



Universidade de Aveiro
2008

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia
Industrial

José Luis da Costa
Poço

MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL



**José Luís da Costa
Poço**

MELHORIA CONTÍNUA NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

Relatório de projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Prof. Doutora Ana Sofia Simaria, Professora auxiliar convidada do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

o júri

Presidente

Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

Vogais

Doutora Maria Antónia da Silva Lopes de Carravilla
Professora auxiliar do departamento de engenharia industrial e gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Doutora Ana Sofia de Almeida Simaria
Professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível devido a colaboração e ao apoio de diversas pessoas. Manifesto a minha maior gratidão a todas elas e de uma maneira especial e particular:

à minha orientadora Dr.^a Ana Sofia por aquilo em que me ajudou e muito na realização deste trabalho.

aos meus pais e namorada pelo carinho, apoio e eternas palavras de motivação

ao Eng.^o João Cardoso na qualidade de Director de Operações da Coficab que me permitiu desenvolver este trabalho que me muito orgulha.

palavras-chave

Ferramentas Kaizen, Melhoria Contínua, Redução de Custos

resumo

No cenário cada vez mais competitivo, empresas do sector automóvel vêm continuamente procurando mecanismos que permitam a optimização dos resultados, a redução nos custos industriais, a redução nos prazos de entrega, a eliminação de desperdícios, alcançando assim, um aumento real de lucros e consequente rentabilidade. Adiciona-se a importância que se tem dado à questão da implementação das acções estratégicas nas empresas na procura contínua da melhoria dos seus processos. Para tratar esta questão, neste trabalho realizou-se um projecto de aplicação de técnicas de melhoria contínua numa empresa da indústria automóvel, onde se pode observar os aspectos positivos associados a essas técnicas na melhoria dos processos. Nomeadamente, observou-se um aumento do *running time* de alguns equipamentos e uma redução do sobre-consumo e desperdício de materiais. Os resultados apresentados neste relatório permitem concluir que foi bastante positiva a decisão por parte da empresa da implementação do conceito de melhoria contínua e reforçam a importância e o potencial da filosofia de melhoria contínua.

keywords

Kaizen Tools, Continuous improvement, Cost reduction

abstract

In the current competitive market environment, companies from the automotive industry are continuously seeking for mechanisms to optimize their results, reduce their production costs, reduce lead times and eliminate waste, in order to increase their profitability. Also, these companies have been giving particular attention to the implementation of strategic actions related to the continuous improvement of the processes. To handle this issue, a project aiming at applying continuous improvement techniques to the production process of a company from the automotive industry was developed. The results of the project show a significant improvement of the production process, namely, in the increasing of the running time of some equipments and on the reduction of over-consumption and waste, which reinforces the importance and potential of the continuous improvement philosophy.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do projecto	3
1.2 Objectivos do projecto	3
1.3 Estrutura do relatório	4

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO PROCESSO PRODUTIVO

2.1 Apresentação da empresa	7
2.2 Descrição do produto	8
2.3 Etapas processo produtivo	9

3. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

3.1 Conceitos e técnicas de melhoria contínua	15
3.2 Conceitos específicos	20

4. DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO - AUMENTO DO RUNNING TIME

4.1 Introdução	27
4.2 Metodologia	27
4.3 Recolha de dados relativos a setups e paragens	28
4.4 Análise dos dados	32
4.5 Identificação de causas	36
4.6 Plano de acções	41

4.6.1 Implementação do SMED	45
4.6.2 Implementação do TPM	48
4.6.3 Implementação do 5S	49
4.6.4 Implementação do sistema de sugestões	51
4.7 Estudo da viabilidade económica	52
4.8 Seguimento da eficácia do projecto	57
5. OUTROS PROJECTOS DE MELHORIA CONTÍNUA	
5.1 Descrição do Projecto – Redução de <i>overconsumption</i>	61
5.1.1 Redução do consumo de isolantes (PVC/PP e PE) em 15%	61
5.1.2 Redução do consumo de cobre em 1%	67
5.2 Descrição do Projecto – Valorização e redução de desperdício	74
5.2.1 Reutilização do isolante passando da actual taxa desperdício 8% para 2%	74
5.2.2 Valorização do desperdício fio passando de 60% para 100% do LME	80
5.3 Enquadramento com as técnicas de melhoria contínua	89
6. CONCLUSÃO	
6.1 Resumo dos resultados previstos por projecto	93
6.2 Conclusões	94
6.3 Perspectivas de desenvolvimentos futuros	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa mundial da localização da Coficab e dos seus clientes	7
Figura 2 – Componentes do fio eléctrico	8
Figura 3 – Formas de cor no fio eléctrico	9
Figura 4 – Etapas do processo produtivo	12
Figura 5 – Ciclo PDCA	15
Figura 6 – Diagrama causa-efeito	20
Figura 7 – Representação do diâmetro cobre e isolante	23
Figura 8 – Distribuição Pareto na linha 1	32
Figura 9 – Distribuição Pareto na linha 3	33
Figura 10 – Distribuição Pareto na linha 7	33
Figura 11 – Distribuição Pareto nas nove linhas de produção	34
Figura 12 – Resumo do Diagrama Causa – Efeito	40
Figura 13 – Estrutura de mini-silos	46
Figura 14 – Painel de ferramentas	47
Figura 15 – Organização de redes metálicas por tipo	47
Figura 16 – Evolução do <i>running time</i>	57
Figura 17 – Zona de ganho e perda económica no diâmetro do isolante	61
Figura 18 – Evolução do <i>overconsumption</i> de isolantes	66
Figura 19 – Zona de ganho e perda económica na resistência	67
Figura 20 – Evolução do <i>overconsumption</i> de cobre	72
Figura 21 – Evolução da taxa de desperdício do isolante	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Classe de temperatura dos isolantes	9
Tabela 2 – Explicação do ciclo PDCA	16
Tabela 3 – Diagrama de tempos	22
Tabela 4 – Dados técnicos e comerciais da matéria-prima	23
Tabela 5 – Resumo de fórmulas internas da empresa	24
Tabela 6 – Análise da linha de produção 1	30
Tabela 7 – Análise da linha de produção 3	30
Tabela 8 – Análise da linha de produção 7	31
Tabela 9 – Análise global das linhas de produção	31
Tabela 10 – Resumo do <i>running time</i> (situação antes e após projecto)	35
Tabela 11 – Atribuição de causas na linha 1	37
Tabela 12 – Atribuição de causas na linha 3	38
Tabela 13 – Atribuição de causas na linha 7	39
Tabela 14 – Plano de acções na linha 1	42
Tabela 15 – Plano de acções na linha 3	43
Tabela 16 – Plano de acções na linha 7	44
Tabela 17 – Resumo de investimento do projecto <i>R.T</i>	53
Tabela 18 – Ganhos após projecto	54
Tabela 19 – Análise <i>pay-back</i> projecto aumento do <i>R.T</i>	56
Tabela 20 – Estudo consumo de isolantes	63
Tabela 21 – Resumo consumo de isolantes (antes e após projecto)	63
Tabela 22 – Cálculo necessidades ferramentas	64
Tabela 23 – Análise <i>pay-back</i> projecto redução <i>overconsumption</i> isolantes	66

Tabela 24 – Estudo de consumo cobre	69
Tabela 25 – Resumo de consumo de cobre (antes e após projecto)	69
Tabela 26 – Estudo dimensionamento de ferramentas	70
Tabela 27 – Cálculo necessidade de ferramentas	70
Tabela 28 – Análise <i>pay-back</i> projecto redução <i>overconsumption</i> cobre	72
Tabela 29 – Resumo financeiro projecto redução <i>overconsumption</i>	73
Tabela 30 – Resumo desperdício purgas PVC	75
Tabela 31 – Resumo desperdício purgas PP	76
Tabela 32 – Resumo desperdício purgas PE	76
Tabela 33 – Resumo do impacto na redução global desperdício	77
Tabela 34 – Resumo de proveito bruto do consumo MP reprocessadas	77
Tabela 35 – Análise <i>pay-back</i> projecto reutilização isolantes	79
Tabela 36 – Resumo de valorização desperdício de fio PVC	82
Tabela 37 – Resumo de valorização desperdício de fio PP	83
Tabela 38 – Resumo de valorização desperdício de fio PE	84
Tabela 39 – Resumo financeiro antes e após projecto	84
Tabela 40 – Resumo do impacto na redução global desperdício	85
Tabela 41 – Análise <i>pay-back</i> projecto valorização desperdício de fio	87
Tabela 42 – Resumo financeiro do projecto	88
Tabela 43 – Resumo de indicadores financeiros de todos os projectos	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMAS - Eco Management and Audit Scheme

(Regulamento Comunitário de Eco-Gestão e Auditorias)

ISO - International Organization for Standardization

LME – London Metal Exchange

OEE – Overall Efficiency Equipment

PA – Plano de Acções

PDCA – Plan Do Check Act

PE – Polietileno

PIP – Productivity Improvement Plan

PP – Polipropileno

PVC – Poli Vinil Cloreto

RT – Running Time

SMED – Single Minute Exchange of Die

TPM – Total Productive Maintenance

WIP – Work in Process

1

Introdução

Conteúdo

- **Enquadramento do projecto**
- **Objectivos do projecto**
- **Estrutura do relatório**

1.1 Enquadramento do projecto

O mercado actual da indústria automóvel é de grande competitividade entre as organizações, que sofrem constantes pressões do mercado devido à globalização e às crescentes inovações tecnológicas, reduzindo drasticamente o ciclo de vida dos produtos e obrigando as empresas a reduzirem os seus custos continuamente.

Para que sobrevivam neste mercado, as organizações deverão controlar os seus custos e, para tal, têm que adoptar um controlo de gestão eficiente. Para além do conhecimento e redução dos seus custos há que procurar uma melhoria contínua dos processos. A melhoria contínua significa a procura diária e em todos os processos de alternativas de redução de custos, mantendo a qualidade do produto final.

A melhoria contínua não é só da responsabilidade da organização, mas de todas as pessoas que trabalham nela. Todas as organizações que são certificadas segundo as normas QS9000 e ISO/TS16949 conhecem e implementam o conceito de melhoria contínua.

O Grupo COFICAB realiza anualmente a “Global Management Meeting - *GMM*”, onde foi estabelecido que a grande prioridade seria a **Melhoria Contínua**. A ideia será adoptar uma estratégia de forma a manter-se competitivo no mercado, passando por acções internas de aumento da produtividade, redução de desperdício e custos de fabrico, que depois de implementadas implicarão uma elevada poupança. É neste âmbito que se insere o presente trabalho.

Este projecto é essencialmente de índole prática e aplicável em ambiente industrial. No entanto, apesar da sua especificidade, espera-se que o trabalho desenvolvido tenha aplicação genérica, pois o objectivo é sensibilizar e demonstrar a importância da melhoria contínua dos processos. Só assim as empresas podem continuar a ser competitivas.

1.2 Objectivos do projecto

Neste projecto pretende-se aplicar alguns conceitos e técnicas de melhoria contínua para melhorar o desempenho dos processos, tendo como objectivos o aumento de produtividade, a redução dos custos de fabrico e a redução do desperdício.

O principal trabalho desenvolvido tem como objectivo específico o aumento do *running time* (RT) dos actuais 73% para 85%.

Na sequência dos dados fornecidos pelo controlo de gestão o RT médio situa-se nos 73%, que significa em cada 8 horas as máquinas trabalham somente 5.8h, que é realmente pouco.

Na actual situação esta melhoria permitirá aumentar a capacidade disponível da fábrica, em consequência das vendas, sem recorrer a investimentos que também aumentariam os custos.

Mantendo a actual actividade, o aumento do RT para 85% permitirá reduzir os custos de horas extra e, como tecnologicamente não é possível aumentar mais o rendimento velocidade (*speed efficiency*), esta é a única via de aumentar a produtividade.

Outros trabalhos foram desenvolvidos no âmbito da melhoria contínua, nomeadamente:

- Redução do consumo de isolantes (PVC / PP e PE) em 15%
- Redução do consumo da matéria-prima Cobre em 1%
- Reutilização do isolante passando da actual taxa desperdício 8% para 2%
- Valorização do desperdício de fio passando de 60% para 100% do LME

Os objectivos foram definidos pela Administração do Grupo e serão implementados por cada fábrica tendo como líder de projecto o respectivo Director de Fábrica.

1.3 Estrutura do relatório

No primeiro capítulo faz-se a introdução e apresentam-se os objectivos do projecto. No segundo capítulo é apresentada a empresa onde o projecto foi levado a cabo e descreve-se o processo produtivo. No terceiro capítulo é feito o enquadramento teórico do trabalho, apresentando-se algumas técnicas de melhoria contínua bem como conceitos específicos da empresa, essenciais para a compreensão do projecto. O quarto capítulo contém a descrição do trabalho desenvolvido e os resultados alcançados. O quinto capítulo contém a descrição de outros projectos de melhoria contínua. O sexto capítulo apresenta um resumo dos resultados previstos por projectos. No sétimo capítulo são apresentadas as conclusões e as perspectivas de trabalho futuro. Finalmente, apresentam-se as referências bibliográficas que suportaram o trabalho.

2

Apresentação da empresa e do processo produtivo

Conteúdo

- **Apresentação da empresa**
- **Descrição do produto**
- **Etapas do processo produtivo**

2.1 Apresentação da empresa

O trabalho foi desenvolvido na empresa Coficab – Companhia de Fios e Cabos que se situa na cidade da Guarda. A sua principal actividade é a fabricação de fio eléctrico para cablagens de automóveis e, mais recentemente, para cabos de energia.

A empresa pertence ao grupo Tunisino *Elloumi Group*, o qual possui, para além da fábrica de Portugal, mais três unidades de produção, respectivamente em Marrocos, Tunísia e Roménia. As quatro unidades de produção geram o volume de facturação anual a rondar os 400 milhões de euros e empregam cerca de 1000 pessoas.

A empresa encontra-se certificada ao nível de qualidade de acordo com a norma ISO/TS 16949:2002 e ambientalmente segundo a norma EMAS/ ISO 14001.

De forma acompanhar a evolução tecnológica dos seus clientes, a Coficab decidiu criar uma divisão de Investigação & Desenvolvimento (I&D), onde se asseguram todos os meios necessários para dar soluções aos seus clientes.

A divisão de I&D está localizada em Portugal possuindo uma equipa de engenheiros e pessoal técnico altamente qualificado e equipamentos para desenvolvimento de novos produtos. Para tal possui tecnologia de ponta para produção de amostras e realização de ensaios.

O fio eléctrico é posteriormente incorporado em cablagens para as principais marcas de automóvel, tais como: Renault, PSA, VW, Fiat, Mercedes, BMW.

Actualmente o grupo Coficab encontra-se entre os três maiores fabricantes europeus de fio eléctrico para indústria automóvel.

A figura 1 mostra a localização a nível Mundial das unidades de produção do grupo Coficab e dos seus clientes.



Figura 1 – Mapa Mundial de Localização Coficab e seus Clientes

2.2 Descrição do produto

O automóvel necessita, para o seu funcionamento, de ter algo que transporte energia eléctrica das fontes (alternadores e/ou baterias) para o motor de arranque, faróis, auto rádio, necessitando também de sinais para comando do fecho centralizado das portas, airbag, etc. Todas estas funções serão asseguradas por fio eléctrico

O fio eléctrico é composto por alma condutora (em cobre) e revestimento plástico (em PVC, PP e PE) que permite a passagem de corrente eléctrica de baixa tensão ou transmissão de sinal. Um esquema ilustrativo da composição do fio eléctrico é apresentado na figura 2.

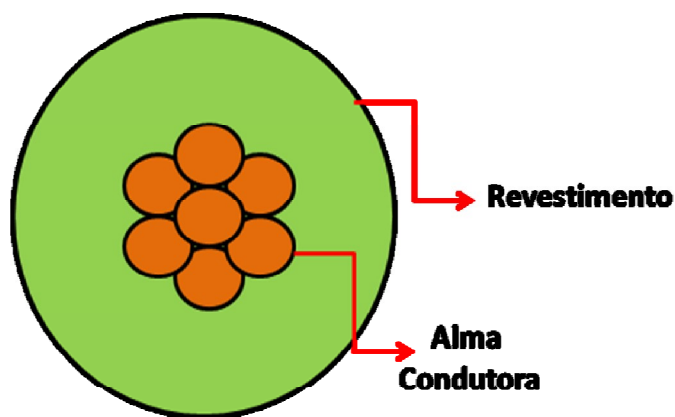


Figura 2 – Componentes do fio eléctrico

O fio eléctrico é caracterizado pelo diâmetro da alma de cobre e pelo diâmetro exterior do revestimento, os quais devem ser produzidos segundo as especificações impostas pelos construtores automóveis. Pode ser fabricado em catorze cores diferentes, e em três formas diferentes, tal como ilustra a figura 3.

● **Cor Base**



● **Cor Base mais secundária**



● **Cor Base mais anel**

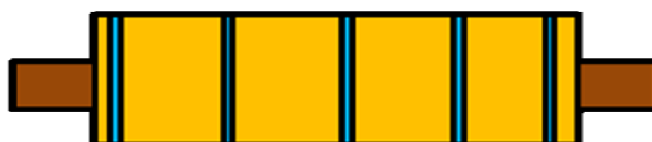


Figura 3 – Formas de cor no fio eléctrico

O fio eléctrico pode ter várias utilizações no veículo e como tal está sujeito a temperaturas mais ou menos elevadas. A tabela 1 mostra as diferentes classes de temperatura para o fio eléctrico.

Tabela 1 – Classe de temperatura por tipo de isolante

Tipo de Revestimento	Classe Temperatura	Exemplo de Aplicação Final
PVC	105 °C	Airbag, ABS
PP	125 °C	Bateria
PE	150 °C	Motor

2.3 Etapas do processo produtivo

O processo produtivo consiste na transformação do cobre e extrusão, estando dividido em quatro etapas, descritas de seguida.

Etapa I - Desbastagem

A Desbastagem é feita por uma trefiladora pesada ou desbastadora, Nesta etapa reduz-se o diâmetro do cobre com entrada a 8mm até ao diâmetro final de 1.76mm. Este processo de

redução de diâmetro acontece por alongamento do cobre mecanicamente, através de um conjunto de ferramentas em diamante designadas por fieiras. O cobre reduzido ao diâmetro de 1.76mm, é colocado em cestos metálicos com a quantidade de 40Km.

O output deste processo é de cerca de 45 toneladas por dia, isto é, 24h/dia x 25m/s x 3.6 x 21.3 kg/km x 99%, com o pressuposto de que a máquina, em média, tem um RT de 99% e que 1km de cobre de diâmetro 1.76mm equivale 21.3 kg, ou seja, 21.3kg/km.

Etapa II - Trefilagem

A Trefilagem utiliza trefiladoras múltiplas para reduzir o diâmetro do cobre com a entrada 1.76mm para diversos diâmetros entre 0.182 e 0.444mm, de acordo com as especificações dos clientes. Esta etapa do processo consiste na redução de diâmetro por alongamento do cobre mecanicamente através de fieiras, mas, devido à agressão mecânica a que o cobre foi sujeito, há necessidade de um processo físico que lhe confira novamente as propriedades iniciais, designado por “recozimento”. O equipamento pode simultaneamente produzir 24 feixes de cobre.

O cobre reduzido nos diversos diâmetros (0,182 - 0,444mm) é colocado em bobines metálicas desenhadas para o efeito e variando a quantidade entre 10 e 140Km.

O output médio por máquina é 12 toneladas por dia, sendo a capacidade instalada de quatro máquinas, o que corresponde ao output global de 48 toneladas por dia.

Etapa III - Torção

Na Torção, realizada por torcedoras, os feixes de cobre vão ser torcidos entre si em várias composições, de acordo com os requisitos do cliente. Aqui deixa-se de usar o diâmetro como unidade de medida e passa-se a utilizar a secção, obtida da seguinte forma:

$$\text{Secção (mm}^2\text{)} = [\text{Número de feixes} \times \pi \times \text{Diâmetro de um feixe}^2] / 4$$

A gama de secções varia entre 0,22 a 50,0mm².

O cobre torcido nas diversas secções 0,22 - 50,0mm², é colocado em bobines metálicas desenhadas para o efeito, variando a quantidade entre 3 e 140Km.

O output médio por máquina é de 180Km por dia, sendo a capacidade instalada de 32 máquinas, o que corresponde ao output global de 5800Km por dia.

Etapa IV - Extrusão

A Extrusão é feita por uma extrusora. Nesta fase, o cobre produzido na etapa anterior será revestido com material isolante, em PVC, PP e PE, em diversas gamas de secções (0.22 – 50.0mm²) e cores. A extrusora é constituída por um fuso que esmaga e faz avançar o granulado do isolante e cinco zonas de aquecimento por resistências que provocarão a fusão (190 a 220°C) dos materiais isolantes e desta forma o revestimento do cobre.

O produto final é obtido nesta etapa e posteriormente será aplicado em cablagens eléctricas de automóveis (Airbag, ABS, motor, etc).

O fio pode ser colocado em três tipos diferentes de embalagem consoante a gama de secções, sendo o objectivo final será colocar a maior quantidade possível de fio, por forma otimizar área para armazenamento.

O output médio por máquina é de 780Km por dia, sendo a capacidade instalada de nove máquinas, o que corresponde ao output global de 7020Km por dia.

O fluxograma do processo produtivo incluindo as etapas anteriormente descritas é apresentado na figura 4.

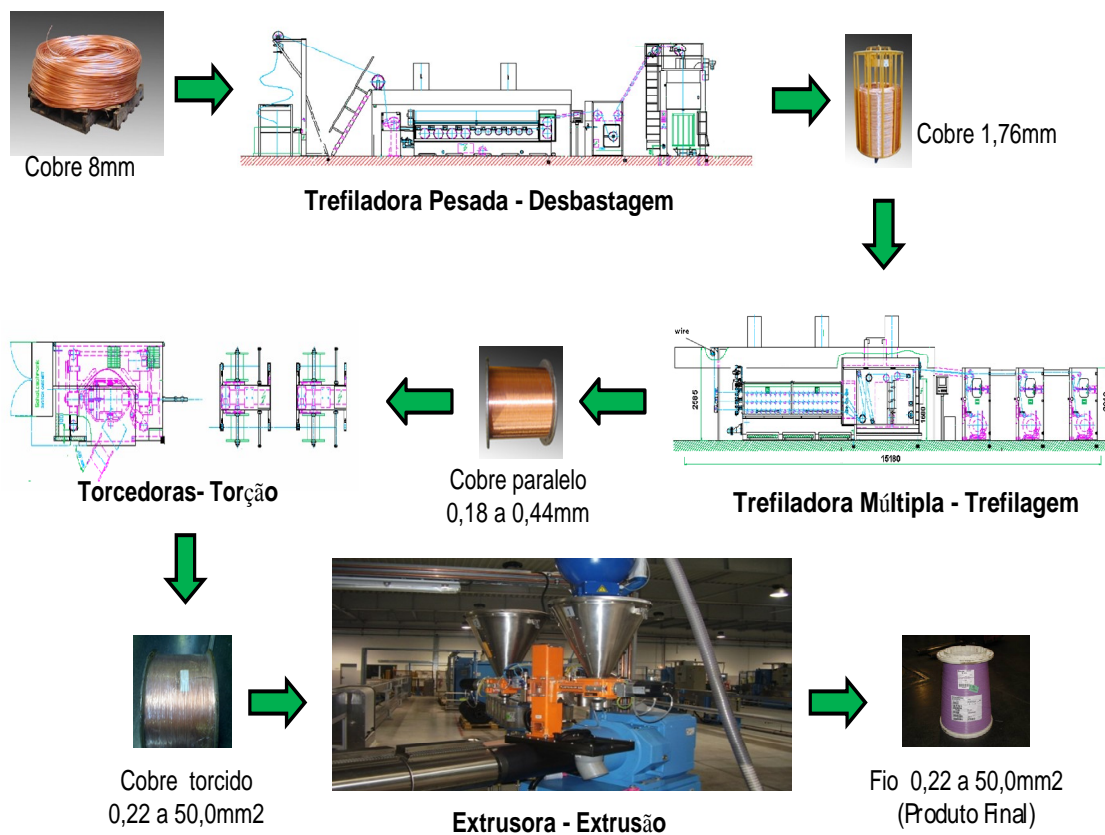


Figura 4 – Etapas do processo produtivo

3

Enquadramento teórico

Conteúdo

- Conceitos e técnicas de melhoria contínua
- Conceitos específicos

3.1 Conceitos e técnicas de melhoria contínua

Kaizen: A filosofia de melhoria contínua

Segundo Davenport (1998), devido ao mercado competitivo crescente, pressões da concorrência, contexto económico e principalmente, devido às necessidades dos clientes, as empresas precisam de se reestruturarem para que se mantenham competitivas. Neste contexto de reestruturação, as empresas precisam de introduzir processos de melhoria contínua no seu dia-a-dia (Martin, 1996).

“Kaizen significa busca constante por melhorias em todas as actividades produtivas. Estas melhorias têm carácter incremental e constante. Ou seja, ocorrem gradualmente, ao contrário das inovações que promovem alterações radicais nos processos” (Profeta, 2003)

Para IMAI (1994), Kaizen significa melhoria contínua, envolvendo todos, desde a gestão aos operadores. A filosofia Kaizen relata que o nosso modo de vida – seja trabalho, na sociedade ou em casa – merece estar em contínua melhoria.

Ciclo PDCA

Segundo Deming (1990), o ciclo PDCA além de ser um dos conceitos mais importantes do processo é o meio responsável pela continuidade do Kaizen. A figura 5 ilustra o ciclo PDCA e a tabela 2 apresenta o significado dos seus componentes.

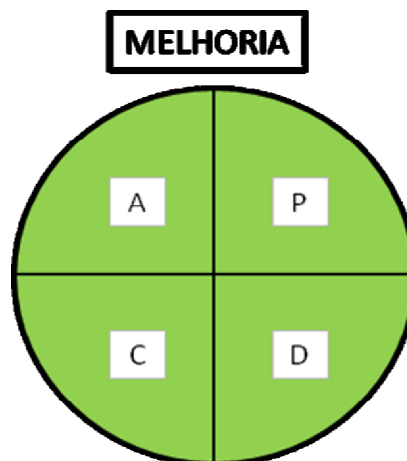


Figura 5 – Ciclo PDCA (IMAI, 1996)

Tabela 2 – Explicação do ciclo PDCA

	Inglês	Português	Significado
P	Plan	Planear	Estabelecer um alvo para melhoria.
D	Do	Fazer	Colocar os planos em prática
C	Check	Verificar	Determinar se a implementação proporcionou a melhoria desejada
A	Act	Actuar	Realizar e padronizar os novos procedimentos ou estabelecer metas para as novas melhorias.

O ciclo PDCA é desenhado para ser utilizado de modo dinâmico. A conclusão de uma volta do ciclo irá fluir no começo do outro ciclo e assim sucessivamente, seguindo o espírito da melhoria contínua.

Sistema de Sugestões

Para Imai (1994), o sistema de sugestões é a oportunidade concedida aos empregados para manifestarem a sua criatividade através da apresentação de sugestões para a empresa.

Wellington (1998) também descreve que no sistema de sugestões pelo processo Kaizen, o empregado que tiver alguma ideia de melhoria, relacionada com qualquer parte da empresa, deverá primeiramente apresentá-la à sua equipa de trabalho, onde será refinada a ideia, mas passando a partir deste instante, a ser a ideia propriedade do grupo.

A principal característica do sistema é estimular cada vez mais sugestões, por menores que sejam proporcionando a todos os colaboradores o reconhecimento pelas ideias implementadas, e, conseqüentemente, o melhor desempenho da empresa.

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)

Wyrebski (1997), relata que o TPM não só é um elo importante para a prática do *just-in-time*, como também é decisivo na qualidade final do produto, uma vez que participa na manutenção da capacidade dos processos produtivos. O TPM destina-se a melhorar a eficiência em equipamentos através de um sistema de manutenção preventiva ao longo de toda vida útil do equipamento. TPM é uma filosofia de manutenção desenhada para integrar a manutenção no processo de fabrico. O objectivo é eliminar perdas associadas à manutenção dos equipamentos ou, por outras palavras, manter os equipamentos a produzir unicamente produtos com qualidade, o mais rápido possível e no período de tempo correcto.

Tradicionalmente a manutenção é vista como um processo separado da produção, mas a grande mudança será de evitar a manutenção correctiva e caminhar para a manutenção preventiva e preditiva.

5S

As actividades 5S são destinadas aos funcionários dos postos de trabalho e podem ser definidas como actividades para construir um local de trabalho seguro e agradável com a participação de todos. Para Imai (1996) o 5S é um dos pilares da filosofia Kaizen e, para que tenha sucesso e continuidade, é necessário implementar os cinco passos que a seguir se descrevem:

- “Seiri” (senso de organização) - responsável por classificar os produtos em duas categorias distintas: a dos necessários e a dos desnecessários, libertando-se dos últimos.
- “Seiton” (senso de ordem) - deve-se, posteriormente a eliminar os produtos desnecessários, arrumar os restantes para minimizar o tempo que levará para procurá-los.
- “Seiso” (senso de limpeza) - todo o ambiente de trabalho deve estar limpo, incluindo chão, ferramentas e máquinas, proporcionando um ambiente mais aconchegante e tornando fácil a detecção de problemas.
- “Seiketsu” (senso de conservação) - significa que todos os passos anteriores devem ser feitos sistematicamente.
- “Shitsuke” (senso de autodisciplina) - indica o momento em que as pessoas se consciencializam da necessidade de procurar o auto desenvolvimento e que todos os passos anteriores devem ser integrados nos hábitos dos trabalhadores, tendo conta o sua contínua melhoria.

Lean manufacturing

Lean, em termos básicos, significa a eliminação do desperdício (ou MUDA, na linguagem Toyota). Para Imai (1996) a eliminação do MUDA é a forma de erradicar todas as actividades que não trazem valor e sete formas de desperdício são identificadas:

- Correção (*Defects*) - Reparação de um produto ou serviço para satisfazer os requisitos do Cliente.
- Sobreprodução (*Over-Production*) - Produzir maior quantidade e mais rápido do que o necessário
- Espera (*Waiting*) - Tempos mortos que ocorrem devido à não coordenação do fluxo de trabalho.
- Transporte (*Transporting*) - Movimentação de pessoas ou equipamentos que não se traduza em valor acrescentado.
- Movimentação (*Movement*) - Qualquer movimentação de materiais que seja desnecessária.

- Processamento (*Inappropriate Processing*) - Fazer esforços que o cliente não vê como valor acrescentado ao produto ou serviço
- Inventário (*Inventory*) - Qualquer fornecimento excessivo comparativamente com as necessidades de consumo.

ISO/TS 16949

De forma a colmatar ausência de um referencial comum para os diferentes construtores automóveis, o IATF (International Automotive Task Force) iniciou, em 1995, o desenvolvimento de um referencial comum, que incluísse os requisitos dos vários fabricantes e que fosse reconhecido por todos. Desta forma, surgiu, em 1999, a Especificação Técnica ISO/TS 16949, a qual foi submetida à ISO, para aprovação e publicação.

O IATF é num grupo internacional de fabricantes de veículos automóveis e respectivas associações, no qual se inclui a Ford, GM, Daimler Chrysler, BMW, PSA Peugeot Citroën, Renault SA, Fiat, Volkswagen, bem como as seguintes associações de comércio automóvel: AIAG (América), VDA/QMC (Alemanha), ANFIA (Itália), FIEV (França) e SMMT (Reino Unido).

Por uma razão de mercado e para atender as exigências dos seus clientes, as organizações são “obrigadas” a implementar o Sistema de Gestão de Qualidade ISO9000:2000 ou especificamente para indústria automóvel ISO/TS16949:2002.

Durante o processo de certificação há necessidade de definir os seguintes aspectos, relevantes para a realização e para avaliação da melhoria contínua:

- Qual o período de medição;
- Quais os indicadores da qualidade a utilizar e o seu valor inicial;
- Quais os indicadores em que a empresa tem que melhorar. A melhoria contínua implica que a Direção da empresa estabeleça no início do ciclo um plano de melhorias.

SMED

O *Single Minute Exchange of Dies*, que pode ser traduzido para mudança rápida de ferramentas, surgiu da experiência real adquirida pelo Sr. Shingo ao resolver os problemas de falta de produtividade de um conjunto de prensas, na fábrica da MAZDA em Hiroshima (Shingo, 1985).

O SMED é uma ferramenta que visa reduzir os tempos de paragens das máquinas através da optimização das mudanças de ferramentas, respondendo assim à cada vez maior exigência do mercado em termos de prazos e diversidade de produtos. Os principais benefícios da aplicação do SMED são a redução de custos extra, o aumento da capacidade produtiva o aumento da rapidez de resposta às necessidades dos clientes.

Brainstorming

O *Brainstorming* é uma técnica de resolução de problemas em grupo que estimula a criatividade. Tem como objectivo ajudar os membros de um grupo a expandirem o seu pensamento, de forma incluírem todas as suas dimensões e criarem/gerarem o maior número possível de ideias no mais curto espaço de tempo.

Diagrama de Pareto

O economista italiano W. Pareto publicou vários estudos relacionados com a distribuição da riqueza, tendo verificado que 80% estava concentrado em apenas 20% dos habitantes.

O diagrama de Pareto permite identificar as poucas causas que provocam a maioria dos problemas. De maneira resumida, a aplicação do Princípio de Pareto permite separar os poucos problemas importantes da massa de problemas sem importância. A eliminação destes poucos problemas identificados como vitais, leva por sua vez, à solução do problema inicial.

Diagramas de Causa-Efeito

O Diagrama de Causa – Efeito, também designado por Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe, é uma representação gráfica que permite a organização das informações, possibilitando a identificação das possíveis causas de um determinado problema ou efeito.

Para elaborar com êxito o Diagrama de Causa-Efeito é importante seguir as seguintes etapas:

- Definir o efeito que se deseja analisar e estudar;
- Identificar o conjunto principal das possíveis famílias de causas;
- Preparar a estrutura do diagrama de Causa-Efeito;
- Efectuar o arranjo das famílias de causas sobre a espinha-de-peixe;
- Aprofundar a análise das causas, realizando um desdobramento das famílias de causas;
- Rever todo o diagrama para verificar as causas mais relevantes;

O resultado do diagrama de Causa-Efeito será definir acções para eliminar ou reduzir a influência das causas que foram comprovadas como mais importantes

A figura 6 ilustra o Diagrama Causa – Efeito.

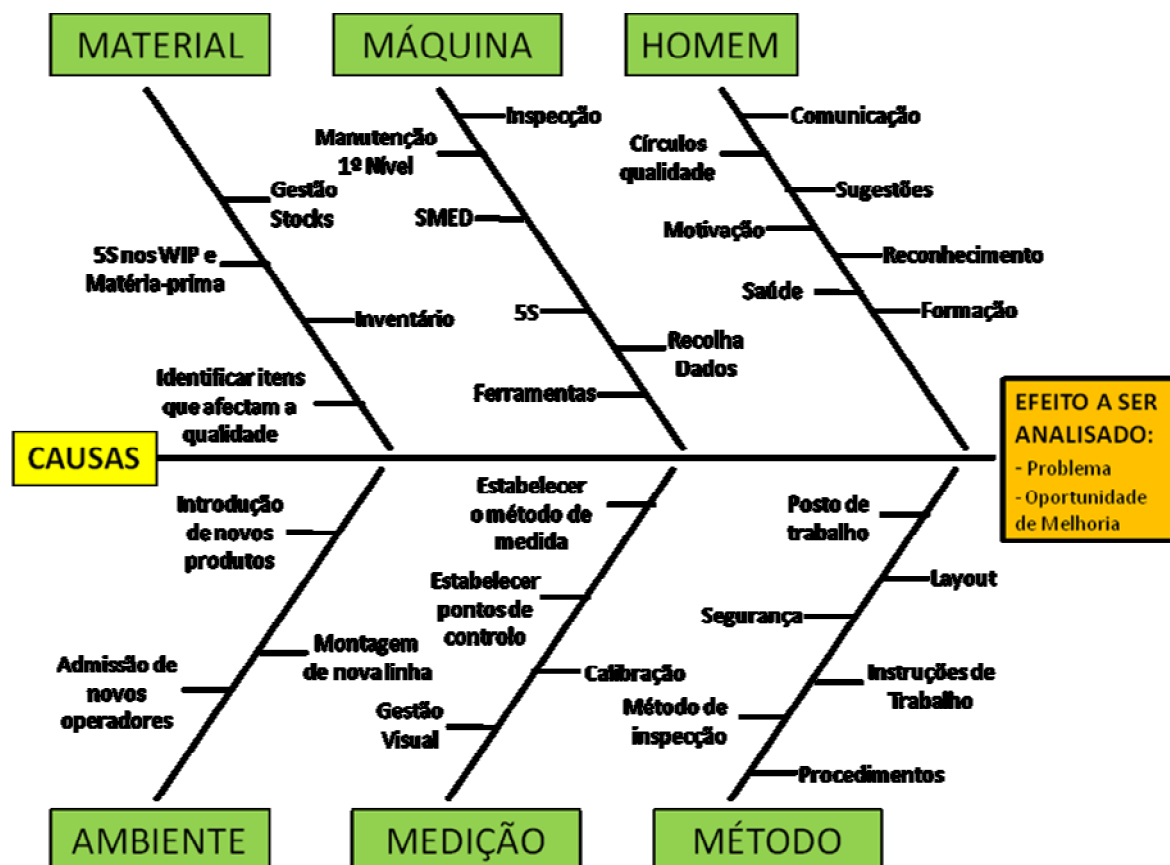


Figura 6 - Diagrama Causa – Efeito

3.2 Conceitos específicos

Running Time (RT)

Em termos industriais, o indicador running time (RT), também designado por disponibilidade operacional, é de elevada importância pois demonstra a disponibilidade dos equipamentos para produzir. Normalmente exprime-se em percentagem e calcula-se da seguinte forma:

$$RT = [\text{Tempo total em produção} / (\text{Tempo total} - \text{Paragens})] \times 100$$

em que o termo Tempo total em produção é o total de tempo em que o equipamento esteve a produzir bem à primeira ou para recuperação, o termo Tempo total é o total de tempo teoricamente disponível (24 horas, neste caso) e o termo Paragens é o total de tempo em

que o equipamento não está disponível para produzir (por exemplo, devido a ensaios, falta de energia, falta de matéria-prima, manutenção preventiva).

No entanto, há paragens que são incluídas para efeito de cálculo do RT como, por exemplo, os setup's (mostra a organização da produção) e avarias (mostra a eficiência da manutenção). Isto são interrupções da produção que teoricamente se desejam eliminar e que serão objecto de estudo deste projecto.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE é um indicador que mede a eficiência de uma máquina, linha ou célula. É uma ferramenta de gestão que fornece a indicação da situação do processo de fabrico e serve para comparar o desempenho entre concorrentes. Resulta de três componentes e exprime-se em percentagem, sendo calculado da seguinte forma:

$$\text{OEE} = \text{Running Time} \times \text{Speed Efficiency} \times \text{First time quality}$$

em que o termo *Speed Efficiency* (em %) compara o tempo de ciclo ideal com o real, indicando a percentagem de tempo que foi desperdiçado, e o termo *First time quality* (em %) exprime a percentagem de produto fabricado com qualidade à primeira. Quando um ou mais destes termos estiverem fora do objectivo pretendido, verifica-se uma degradação no processo.

O valor do OEE antes do projecto era de 67% (**73%** x 95% x 92%). Após a implementação do projecto o resultado esperado será de 74% (**85%** x 95% x 92%).

London Metal Exchange (LME)

A LME é a cotação em bolsa do valor do cobre, sendo este valor utilizado para realizar as transacções comerciais entre fornecedores e clientes.

Plano de Acções (PA)

É um documento interno que se utiliza para, após serem identificadas as causas dos problemas, implementar acções (correctivas e preventivas) e definir responsáveis e prazos para cada acção, seguimento e validação da eficácia de cada acção.

Diagrama de Tempos

O diagrama de tempos é uma representação gráfica da distribuição de tempos num equipamento, célula ou processo produtivo. A tabela 3 apresenta os campos de um diagrama de tempos típico do processo em estudo, onde o tempo total de produção é decomposto nos seus diversos componentes.

Tabela 3 - Diagrama de tempos

TEMPO TOTAL (TT)																																										
TEMPO DISPONÍVEL (TD)													TEMPO INDISPONÍVEL (TI)																													
Tempo bruto de funcionamento (TF)			Tempo de Paragem Própria (TPP)									Tempo de Paragem Induzida (TPI)		Paragem Potencial	Capacidade Disponível																											
Tempo líquido de funcionamento			Tempo de paragem funcional		Tempo de paragem funcional							Tempo de paragem funcional		Tempo de paragem funcional																												
Tempo útil (TU)		Tempo de manutenção correctiva				Tempo de não detecção		Aguardar manutenção																																		
		Tempo activo em manutenção correctiva			Tempo de não detecção		Aguardar manutenção																																			
PRODUÇÃO BOA A 1ª			PERDAS POR QUALIDADE					PERDAS POR TEMPO DE CICLO		LIMPEZAS		CONTROLE		MUDANÇA DE REFERÊNCIA		MUDANÇA DE FERRAMENTAS		DIAGNÓSTICO		REPARAÇÃO		REPÔR NA CONDIÇÃO INICIAL		PEÇAS DE SUBSTITUIÇÃO		PEÇAS DE FERRAMENTAS		TEMPO ENTRE AVARIA E A SUA DETECÇÃO		TEMPO ENTRE A DETECÇÃO DA AVARIA E O INÍCIO DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO		SATURAÇÃO		PEÇAS NÃO CONFORMES OU FALTA		FALTA DE OPERADORES		FALTA DE ENERGIA E SISTEMA INFORMÁTICO		OUTRAS PERDAS		GRANDES RENOVAÇÕES OU TRANSFORMAÇÕES PROGRAMADAS

Overconsumption

Overconsumption ou sobre-consumo, é a relação entre o consumo real de matérias-primas e o seu consumo teórico, definido nas especificações de Engenharia. Normalmente exprime-se em percentagem e calcula-se da seguinte forma:

$$\text{Overconsumption} = [1 - (\text{Total consumo de MP teórico}) / (\text{Total consumo MP real})] \times 100$$

Outros dados

Na tabela 4 são apresentados alguns dados técnicos e comerciais da matéria-prima, que serão utilizados para alguns cálculos durante os respectivos projectos.

Tabela 4 – Dados técnicos e comerciais da matéria-prima

Matéria-Prima	Dados Técnicos				Dados Comerciais
	Densidade	Condutividade	Factor de Correção		Custo
	Kg/m ³	(mΩ) ⁻¹	Secção ≤ 0.75mm ²	Secção ≥ 1.0mm ²	€/Kg
PVC	1320	n.a	1,05	1,07	1,50
PP	1200	n.a			3,00
PE	1380	n.a			4,50
Cobre	8920	58.0 x 10 ⁶	n.a	n.a	5,50 *

* Refere-se ao preço médio do cobre nos últimos 6 meses

A figura 7 esquematiza os diâmetros de cobre e isolante num fio eléctrico. Para efeitos de cálculo definiu-se que, do peso total do fio 75% corresponde a cobre e 25% ao revestimento.

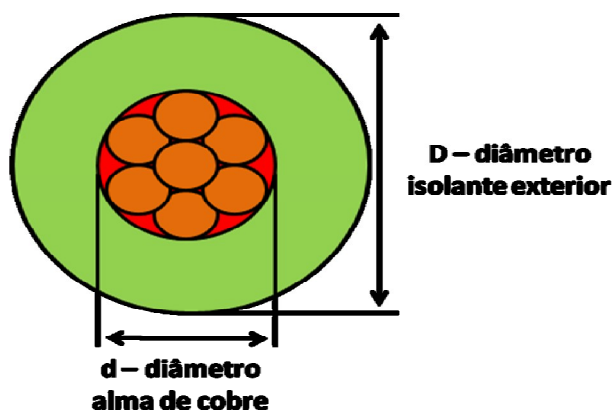


Figura 7 – Representação do diâmetro cobre e isolante

Na tabela 5 apresenta-se o resumo das fórmulas utilizadas nos projectos de melhoria contínua descritos neste relatório.

Tabela 5 – Resumo de fórmulas internas da empresa

Fórmula	Expressão	Unidades
F1	Peso de isolante = $\pi/4 \times (D2-d2) \times$ densidade do material x factor de correcção	Kg/km
F2	Peso de Cobre = Densidade / (Condutividade x Resistência)	Kg/km
F3	Diâmetro do Capilar = $\sqrt{4000/(N.^{\circ} \text{ capilares} \times \pi \times \text{Condutividade} \times \text{Resistência})}$	Mm
F4	Diâmetro Ferramenta (Extrusão)= Diâmetro exterior isolamento + 0,001	Mm
F5	Diâmetro Ferramenta (Trefilagem) = Diâmetro Capilar cobre + 0,002	Mm
F6	Necessidade conjunto de ferramentas (Trefilagem) = (Consumo semanal por diâmetro de ferramenta x Total semana por ano) / 200000	Uni
F7	Necessidade conjunto de ferramentas (Extrusão) = (Consumo semanal por diâmetro de ferramenta x Total semana por ano) / 25000	Uni

4

Desenvolvimento do projecto – Aumento do *running time*

Conteúdo

- **Introdução**
- **Metodologia**
- **Recolha de dados relativos a setups e paragens**
- **Análise dos dados**
- **Identificação de causas**
- **Plano de acções**
- **Estudo da viabilidade económica**
- **Seguimento da eficácia do projecto**

4.1 Introdução

O projecto foi desenvolvido numa organização ligada à fabricação de componentes eléctricos para a indústria automóvel, onde actualmente existem grandes pressões ao nível dos seus clientes para reduções acentuadas de custos, ameaçando mesmo mudar todo o negócio para os seus concorrentes. Para além disso, as suas matérias-primas são essencialmente cobre e materiais isolantes (PVC, PP e PE) e o que tem acontecido nos últimos dois anos é o custo de cobre ter duplicado e os materiais isolantes terem aumentado os seus custos na proporção do aumento do petróleo, pois 70% dos seus constituintes são seus derivados. Poderá dizer-se que na estrutura global de custos, cerca de 80% são matérias-primas, 10% amortização de equipamento produtivos e, por exemplo, o custo com o pessoal representa apenas 3%.

A designação interna para este projecto foi PIP – 2008 e irá ser implementado em todas as unidades de produção do grupo.

Com o desenvolvimento do projecto pretende-se aumentar o *running time* dos actuais 73% para objectivo 85%.

Este projecto será implementado ao nível da área de extrusão, isto é, a última etapa do processo produtivo.

Alguns dados importantes para a compreensão do projecto são: um dia de trabalho por linha de produção equivale a 24 horas, uma semana de trabalho corresponde a seis dias e um ano de trabalho equivale a 48 semanas. Assim, uma extrusora terá potencialmente disponíveis 6912 horas por ano. O valor para aquisição de uma extrusora nova corresponde a 900 000€.

4.2 Metodologia

Dado que o objectivo do projecto é o aumento da disponibilidade dos equipamentos, é identificar as causas que permitirão responder à questão “Porque razão não operamos 8h em 8h?”. Para tal são definidas as seguintes etapas:

- i) Recolha de dados relativos a setups e paragens – Análise no terreno durante quatro semanas de trabalho em regime de 24h, utilizando-se documento próprio definido para efeito onde se registarão todas as paragens observadas, quer por motivos de setup, quer por outros motivos.
- ii) Análise dos dados – Análise dos dados recolhidos recorrendo a ferramentas conhecidas (diagramas de Pareto, histogramas), sendo identificados os principais problemas.
- iii) Identificação de causas – Detectados os problemas é necessário identificar as respectivas causas sendo, para tal, utilizadas ferramentas como o diagrama de causa-efeito e *brainstorming*.

- iv) Plano de acções – Com vista à redução ou eliminação das causas de paragens, há que implementar acções com suporte de algumas das técnicas de melhoria contínua referidas anteriormente, sendo elaborado um plano de acções.
- v) Estudo da viabilidade económica – No final será importante fazer uma análise de viabilidade económica do projecto e da sua rentabilidade.

4.3 Recolha de dados relativos a setups e paragens

O setup é o processo de mudança e ajuste de ferramentas, sempre que há mudança de produtos na linha. Os tempos de setup são classificados como desperdício por não acrescentarem valor, apenas custo e tempo. Na linha de extrusão em estudo serão de considerar como setups os seguintes processos:

- mudança de cor base
- mudança de cor secundária
- mudança de cor de anel
- mudança de secção
- mudança de isolante

Para além dos processos de setup, outros motivos originam paragens do processo produtivo por causa directa ou indirecta. São exemplos:

- quebras de cobre – da responsabilidade da área de produção
- faltas de cobre (WIP) – da responsabilidade da área de produção
- avarias – da responsabilidade da área de manutenção
- falta de matéria-prima isolante – da responsabilidade da área de logística
- falta de energia – da responsabilidade de fornecedores de serviços externos

A recolha dos dados relativos a paragens, para a realização deste projecto, foi feita durante quatro semanas em regime de 24 horas nas nove linhas de produção. No entanto, neste relatório será apresentado o detalhe da análise, desenvolvimento e conclusão somente em três linhas de produção.

O objectivo desta análise era perceber onde estavam localizadas as perdas e, por consequência, a razão de se não conseguir objectivo de 85% *Running Time*.

Em seguida apresenta-se uma breve explicação relativa às três linhas de produção seleccionadas:

- Linha 1 – Dedicada à produção de cabos de grandes secções ($\geq 8.0\text{mm}^2$), é uma linha antiga, o que traz muitos problemas para a manutenção. Outra dificuldade consiste na produção de uma grande variedade de produtos.
- Linha 3 – Produz fio eléctrico em Polietileno irradiado. Apesar de ser uma linha moderna, tem necessidade de trabalhar sincronizada com um equipamento designado por irradiador, o que se traduz em muitas paragens por quebras, avarias e a maior dificuldade de operar com PE do que os outros materiais (PVC e PP).
- Linha 7 – Esta linha está dedicada a fabricar fio com marcação anel, que acaba por ser um produto muito específico, pois obriga a linha trabalhar em simultâneo com um equipamento designado por máquina de anel e que tem algumas particularidades na sequência de produção.

As tabelas 6, 7, 8 apresentam os dados recolhidos nas três linhas, apresentando a tabela 9 o resumo dos dados recolhidos nas nove linhas.

Tabela 6 – Análise da linha de produção 1

Semana	Turnos	Total Tempo de Trabalho (h)	Total de Tempo de Paragem (h)	Running Time (%)	Mudança de Cor base		Mudança de Cor Secundária		Mudança de Seção		Mudança de Isolante (PVC/PP/PE)		Quebras Cobre		Quebras Bobinadora		Avarias	Falta de Cobre		Falta de Energia		Falta Isolante	
					Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)		Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)
1	15	94,67	25,33	57,8%	28	560	5	50	24	600	2	60	0	0	2	30	180	40	0	0			
2	15	93,58	26,42	56,0%	27	540	6	60	28	700	2	30	0	0	3	45	90	120	0	0			
3	15	91,75	28,25	52,9%	29	580	7	70	21	525	3	45	0	0	4	60	270	55	0	90			
4	15	92,67	27,33	54,4%	31	620	6	60	22	550	4	60	0	0	2	30	140	60	120	0			
Total	60	372,67	107,33	55,3%	115	2300	24	240	95	2375	11	195	0	0	11	165	680	275	120	90			
Pareto das Paragens			35,7%		3,7%		36,9%		3,0%		0,0%		2,6%	10,6%	4,3%	1,9%	1,4%						

Tabela 7 – Análise da linha de produção 3

Semana	Turnos	Total Tempo de Trabalho (h)	Total de Tempo de Paragem (h)	Running Time (%)	Mudança de Cor base		Mudança de Cor Secundária		Mudança de Seção		Mudança de Isolante (PVC/PE/EE)		Quebras Cobre		Quebras Bobinadora		Avarias	Falta de Cobre		Falta de Energia		Falta Isolante	
					Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)		Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)		
1	10	68,47	11,53	71,2%	29	174	21	63	4	40	0	0	5	50	4	40	250	45	0	30			
2	10	66,57	13,43	66,4%	27	162	18	54	5	50	0	0	8	80	2	20	350	90	0	0			
3	10	67,75	12,25	69,4%	28	168	19	57	4	40	0	0	4	40	3	30	400	0	0	0			
4	10	66,83	13,17	67,1%	26	156	18	54	6	60	0	0	3	30	2	20	350	0	120	0			
Total	40	269,62	50,38	68,5%	110	660	76	228	19	190	0	0	20	200	11	110	1350	135	120	30			
Pareto das Paragens			21,8%		7,5%		6,3%		0,0%		6,6%		3,6%		44,7%		4,5%		4,0%		1,0%		

Tabela 8 – Análise da linha de produção 7

Semana	Turnos	Total Tempo de Trabalho (h)	Total de Tempo de Paragem (h)	Running Time (%)	Mudança de Cor base		Mudança de Cor Secundária		Mudança de Seção		Mudança de Cor Anel		Quebras Cobre		Quebras Bobinadora		Avarias	Falta de Cobre	Falta de Energia	Falta Isolante
					Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)
1	17	116,70	19,30	71,6%	24	288	18	126	12	144	6	270	9	90	9	90	150	0	0	0
2	17	117,80	18,20	73,2%	28	336	17	119	11	132	5	225	6	60	10	100	120	0	0	0
3	17	115,88	20,12	70,4%	29	348	19	133	13	156	6	270	10	100	11	110	90	0	0	0
4	17	114,68	21,32	68,7%	25	300	20	140	12	144	7	315	7	70	13	130	60	0	120	0
Total	68	465,07	78,93	71,0%	106	1272	74	518	48	576	24	1080	32	320	43	430	420	0	120	0
Pareto das Paragens						26,9%		10,9%		12,2%		22,8%		6,8%		9,1%	8,9%	0,0%	2,5%	0,0%

Tabela 9 – Análise global das linhas de produção

Semana	Turnos	Total Tempo de Trabalho (h)	Total de Tempo de Paragem (h)	Running Time (%)	Mudança de Cor base		Mudança de Cor Secundária		Mudança de Cor Anel		Mudança de Seção		Mudança de Isolante (PVC/PE/EE)		Quebras Cobre		Quebras Bobinadora		Avarias	Falta de Cobre	Falta de Energia	Outras
					Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Qtd.	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)	Tempo paragem (min)
1	123	858,28	125,72	74,4%	254	2380	217	899	6	270	59	969	7	190	106	1060	31	320	1070	325	0	60
2	123	862,05	121,95	75,2%	269	2504	200	841	5	225	65	1087	7	165	115	1150	27	285	785	240	0	35
3	123	854,87	129,13	73,8%	274	2580	211	892	6	270	58	916	8	180	103	1030	33	350	1130	265	0	135
4	123	843,12	140,88	71,4%	264	2514	216	915	7	315	63	979	9	195	111	1110	29	300	880	105	1080	60
Total	492	3418,32	517,68	73,7%	1061	9978	844	3547	24	1080	245	3951	31	730	435	4350	120	1255	3865	935	1080	290
Pareto das Paragens						32,1%		11,4%		3,5%		12,7%		2,4%		14,0%		4,0%	12,4%	3,0%	3,5%	0,9%

4.4 Análise dos dados

A qualidade, para além de uma filosofia de gestão, significa uma maneira de estar perseverante e disciplinada, mas para ilustrar a atitude correcta de perseguir com tenacidade os objectivos fixados, *Deming* criou e divulgou a metodologia *PDCA* adoptada universalmente. A qualidade não é estática e a melhoria só será eficaz se for assumida de uma forma continuada. As chamadas técnicas de qualidade constituem ferramentas essenciais para a melhoria da qualidade, mas não só, como será o caso deste projecto ao nível da produtividade.

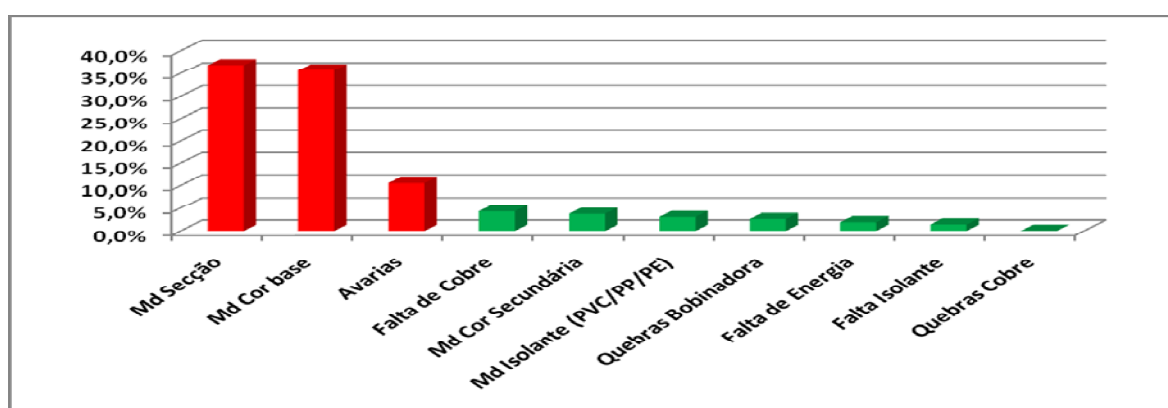
Algumas destas técnicas, na sua simplicidade, são meras formas de organizar o bom senso e de racionalizar os problemas e, outras recorrem a técnicas estatísticas simples, tais como:

- Análise Pareto;
- Diagramas de Causa a Efeito;
- Brainstorming;

A utilização destas técnicas depende de uma correcta recolha de dados.

Em seguida apresenta-se uma análise Pareto, com base na regra 80 – 20, isto é, das muitas causas possíveis para ocorrência da anomalia, na grande maioria dos casos em que esta se verifica, fica-se a dever a muito poucas causas. As figuras 8, 9,10 apresentam a distribuição Pareto dos problemas das linhas de produção, apresentando a tabela 11 o resumo dos problemas nas nove linhas.

Figura 8 – Distribuição Pareto na linha 1



Na análise da linha 1, verifica-se que as três principais causas que estão a influenciar o RT são:

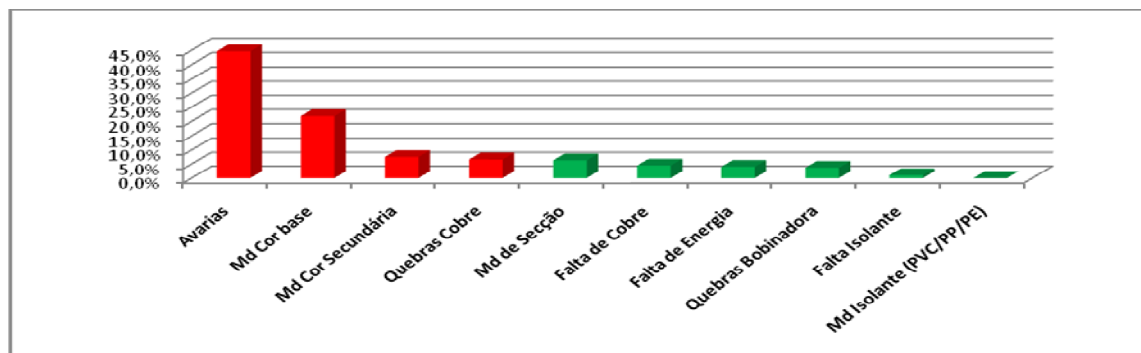
- Mudança de Secção: 35,7%

- Mudança Cor Base: 36.9%

- Avarias: 10.6%

Estas três causas vão ser objecto de acções de melhoria, pois em conjunto influenciam em 83.2% o valor de RT.

Figura 9– Distribuição Pareto na linha 3



Na análise da linha 3, verifica-se que as quatro principais causas que estão a influenciar o RT são:

- Avarias: 44.7%

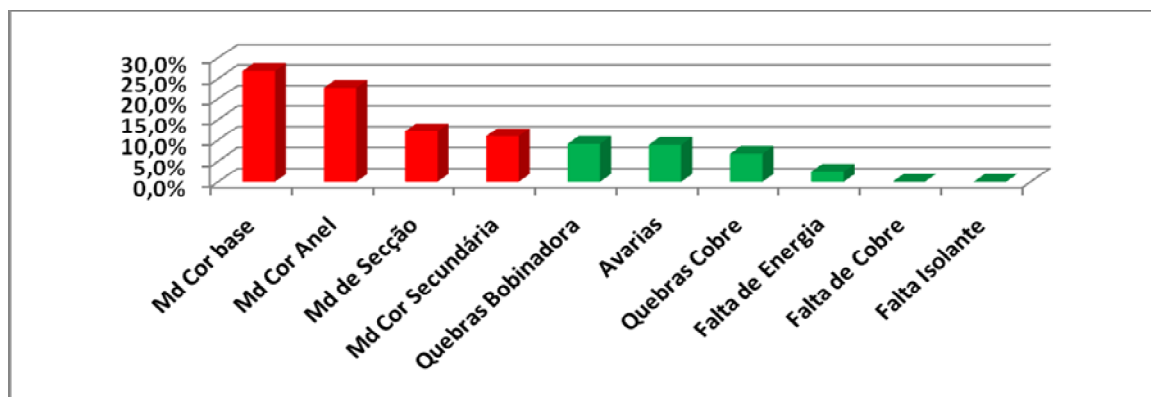
- Mudança Cor Base: 21.8%

- Mudança Cor Secundária: 7.5%

- Quebras de Cobre: 6.6%

Estas quatro causas vão ser objecto de acções de melhoria, pois em conjunto influenciam em 80.6% o valor de RT.

Figura 10– Distribuição Pareto na linha 7

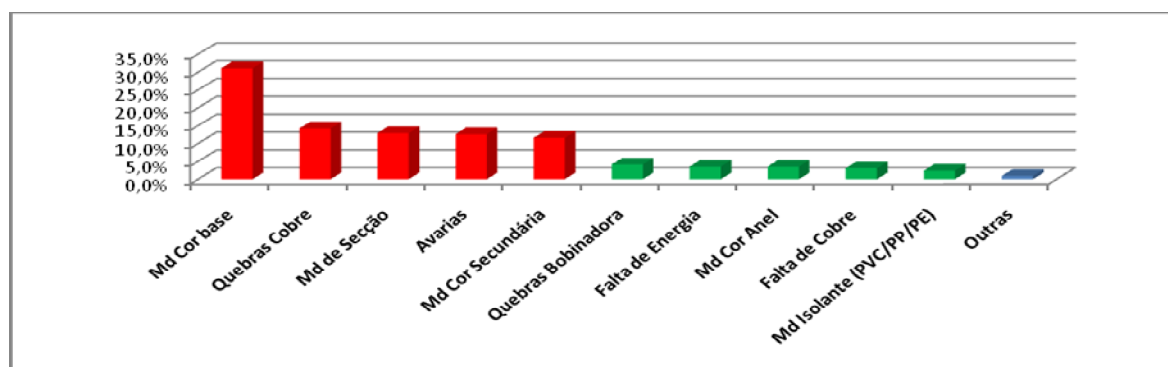


Na análise da linha 7, verifica-se que as cinco principais causas que estão a influenciar o *RT* são:

- Mudança Cor Base: 26.9%
- Mudança Cor de Anel: 22.8%
- Mudança de Secção: 12.2%
- Mudança Cor Secundária: 10.9%
- Quebras Bobinadora: 9.1%

Estas cinco causas vão ser objecto de acções de melhoria, pois em conjunto influenciam em 81.8% o valor de *RT*.

Figura 11 – Distribuição Pareto nas nove linhas de produção



Na análise global das linhas, verifica-se que há cinco principais causas que estão a influenciar o *RT* são:

- Mudança Cor Base: 32.1%
- Quebras Cobre: 14.0%
- Mudança de Secção: 12.7%
- Avarias: 12.4%
- Mudança Cor Secundária: 11.4%

Estas cinco causas em conjunto influenciam em 82.7% o valor de *RT*.

A tabela 10 apresenta o resumo do *Running time* na sequência da análise realizada as nove linhas de produção durante as quatro semanas de estudo e descrito anteriormente. Os valores apresentados na tabela 10 estão divididos por linha de produção e associado a cada uma a carga ou produção semanal, velocidade média de produção e o cálculo da necessidade de trabalho semanal em turnos e por consequência em dias.

Tabela 10 – Resumo Running Time (situação antes de projecto)

Linha de Produção	Carga Semanal (Km)	Velocidade Média (m/min)	Running Time (antes de projecto)			
			RT	Output (Km/turno)	N.º Turnos/ Semana	Equivalente a Dias Trabalho
			C	$D = \frac{B \times 480 \times C}{1000}$	$E = A / D$	$F = E / 3$
1	600	150	55,3%	39,80	15	5,03
2	5200	950	76,4%	348,33	15	4,98
3	1295	400	68,5%	131,54	10	3,28
4	2389	750	74,0%	266,42	9	2,99
5	3500	600	79,9%	230,22	15	5,07
6	4000	700	76,2%	256,18	16	5,20
7	3500	600	71,0%	204,42	17	5,71
8	6000	1200	80,2%	461,68	13	4,33
9	5800	1100	81,9%	432,58	13	4,47
TOTAL	32284		73,7%		123	

Perante os volumes de produção actuais e o *R.T* obtido concluímos que antes de implementação do projecto haveria uma necessidade global de 123 turnos de trabalho para produzir a carga semanal, sendo que estes dados nos vão ser úteis para análise económica deste projecto.

4.5 Identificação de causas

O diagrama de causa-efeito pode ser enquadrado no âmbito das acções de melhoria e do diagnóstico de problemas. Para além de ser uma técnica que beneficia do trabalho em equipa, está inter-relacionada com outras técnicas, nomeadamente, com a análise de Pareto. Por exemplo, um problema considerado importante e prioritário após uma análise de Pareto pode ser estudado mais detalhadamente através de um diagrama de causa-efeito. Outra abordagem para a resolução de problemas em grupo e que estimula a criatividade é o *brainstorming*. Neste projecto foi utilizado o *brainstorming* estruturado, pois obriga cada um dos membros do grupo a apresentar uma ideia.

Para se construir e analisar o diagrama de causa a efeito, foram seguidos os seguintes passos:

1. Desenhar em local visível a todos os intervenientes a representação esquemática do diagrama;
2. Detectar as principais fontes de causas dos problemas identificados;
3. Agrupar as causas em categorias que, eventualmente, possam ser factores pertencentes processo (5M's: Máquinas, Materiais, Meios humanos, Métodos, Meio Ambiente);
4. Proceder ao desenvolvimento do diagrama, nomeadamente através da técnica de *brainstorming*;
5. Analisar as ideias geradas;
6. Propor acções de correcção dos problemas detectados.

Conforme anteriormente apresentado foram identificadas os principais problemas por linha de produção, isto é, aqueles que em conjunto contribuíram no mínimo em 80%. Nas tabelas seguintes 11, 12 e 13 serão apresentadas para os problemas identificados as causas identificadas e o seu agrupamento de acordo com as categorias 5M's.

Tabela 11 – Atribuição de Causas na linha 1

Problema	Causas Identificadas	Agrupamento das Causas em Categorias (5M's)				
		Máquinas	Materiais	Meios Humanos	Métodos	Meio Ambiente
Mudança de Secção contribui para a perda por R.T em 36.9%	Layout actual não é apropriado para garantir o correcto abastecimento das bobines de cobre torcido à Linha				X	
	Durante as horas de refeição não existe "back up"			X		
	Falta de apoio logístico à linha, originando perdas por paragens devido a esperas de materiais			X		
	Bobines com cobre torcido para cabos bateria com pouca quantidade				X	
	Perda de Tempo na mudança de Ferramentas Produtivas				X	
	Desorganização das ferramentas da máquina, por vezes dificuldade em encontrar a necessária				X	
	Falta de empilhador apropriado para transporte de cobre para junto da linha				X	
Mudança de Cor Base contribui para a perda por R.T em 35.7%	Muitas mudanças de cor durante a produção semanal				X	
	Perda de tempo na mudança entre cores				X	
Avarias contribui para a perda por R.T em 10.6%	Falta de capacidade do sistema de vácuo para abastecer a linha	X				
	Faltas Constantes na detecção de nível de material nas tremonhas	X				
	Fuga no By-Pass da extrusora auxiliar provoca algumas paragens da linha	X				
	Sistema de controlo de bobinado é muito complexo e demorado para ajustar	X				

Dos três problemas identificados foram identificadas treze causas, as quais se agruparam nas categorias máquinas, meios humanos e métodos e que darão origem a um plano de acções.

Tabela 12 – Atribuição de Causas na linha 3

Problema	Causas Identificadas	Agrupamento das Causas em Categorias (5M's)				
		Máquinas	Materiais	Meios Humanos	Métodos	Meio Ambiente
Avarias contribui para a perda por R.T em 44.7%	Irradiador não debita a tensão correcta	X				
	Bloquear motor do secundário	X				
	Quebras no "pente" de passagem do fio por ser muito justo				X	
	Falta de registo de erros do equipamento em cada paragem				X	
Mudança de Cor Base contribui para a perda por R.T em 21.8%	Muita mudanças de Cor Base				X	
Mudança de Cor Secundária contribui para a perda por R.T em 7.5%	Falta de recipiente para preparar a cor secundária				X	
	Silo para cor secundária com muita capacidade				X	
	Mudança de cor principal e secundária em simultâneo				X	
Quebras de Cobre contribui para a perda por R.T em 6.6%	Cobre com efeito "memória"		X			
	Soldas mal realizadas			X	X	
	Muito pó no interior do guia e bloqueia a passagem do cobre		X			

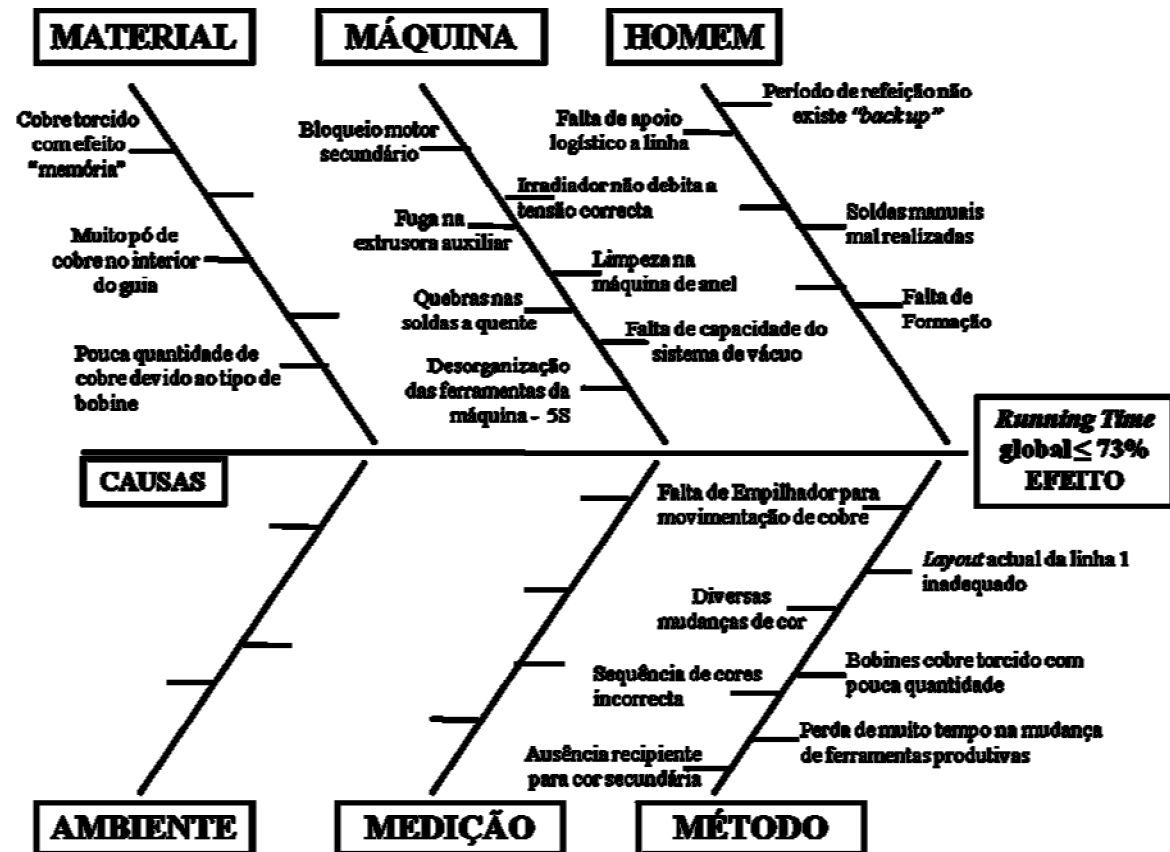
Dos quatro problemas identificados foram identificadas onze causas, as quais se agruparam nas categorias máquinas, materiais, meios humanos e métodos e que darão origem a um plano de acções.

Tabela 13 – Atribuição de Causas na linha 7

Problema	Causas Identificadas	Agrupamento das Causas em Categorias (5M's)				
		Máquinas	Materiais	Meios Humanos	Métodos	Meio Ambiente
Mudança de Cor Base contribui para a perda por R.T em 26.9%	Muita mudanças de Cor Base				X	
Mudança Cor de Anel contribui para a perda por R.T em 22.8%	Sequência de cores incorrecta				X	
	Paragens para limpeza do equipamento, pois o fio sem "borratado"	X				
Mudança de Secção contribui para a perda por R.T em 12.2%	Bobines de cobre torcido, distantes da linha de produção				X	
	Bobines de cobre torcido com pouca quantidade devido ao tipo de bobine		X			
	Máquina de Soldar a quente não fiável	X				
Mudança de Cor Secundária contribui para a perda por R.T em 10.9%	Falta de recipiente para preparar a cor secundária				X	
	Silo para cor secundária com muita capacidade				X	
	Mudança de cor principal e secundária em simultâneo				X	
Quebras na Bobinadora contribui para a perda por R.T em 9.1%	Lâmina de corte do fio danificada	X				

Dos cinco problemas identificados foram identificadas dez causas, as quais se agruparam nas categorias máquinas, materiais e métodos e que darão origem a um plano de acções.

Figura 12 – Resumo de diagrama Causa-Efeito



4.6 Plano de acções

Após diagnóstico das linhas de produção e identificados os problemas que contribuem para o não cumprimento do objectivo *RT*, há necessidade elaborar um plano de acções individual por linha de produção.

Nas tabelas 14, 15 e 16 serão apresentados os resumos dos planos de acções para as três linhas de produção descritas no ponto anterior. Cada tabela terá o seguinte formato:

- Identificação do problema;
- Perda actual por turno, que corresponde ao tempo desperdiçado associado ao problema;
- Identificação de causas para o problema, podendo um problema ter várias causas;
- Acções de melhoria a implementar;
- Enquadramento com as técnicas de melhoria contínua que ajudaram a resolver alguns dos problemas identificados;
- Ganho esperado por turno após implementação das acções de melhoria;
- Investimento a realizar, caso seja necessário, para a implementação das acções.

Tabela 14 – Plano de Acções na linha 1

Objectivo: Melhoria do Running Time dos actuais 55 % para 78 %						
Problema	Perda Actual / Turno (min)	Causas Identificadas	Acções a Implementar	Enquadramento com as Técnicas de Melhoria Contínua	Ganho Esperado / Turno (min)	Invest.
Mudança de Secção contribui para a perda por R.T em 36.9 %	80	Layout actual não é apropriado para garantir o correcto abastecimento das bobinas de cobre torcido à Linha	Substituição das calhas bobines D800 para D1000	Kaizen	40	Sim
			Induir duas calhas para Material a usar no turno em curso e outra no turno seguinte, junto a linha de produção	Kaizen		Sim
		Durante as horas de refeição não existe "back up"				Sim
		Falta de apoio logístico à linha, originando perdas por paragens devido a esperas de materiais	Recrutar mais uma pessoa por turno, assegurando a correcta formação na Linha			Sim
		Bobines com cobre torcido para cabos bateria com pouca quantidade	Fabricar todos os cabos bateria em bobines D1000, aumentando em 50 % a quantidade de cobre por bobine	Kaizen		Não
		Perda de Tempo na mudança de Ferramentas Produtivas	Por antecipação operador deverá ir recolher as ferramentas ao armazém, isto é, quando a máquina estiver em funcionamento	SMED		Não
		Desorganização das ferramena da máquina, por vezes dificuldade em encontrar a necessária	Colocação de um painel para ferramentas junto da linha de produção.	SMED e 5S		Sim
		Falta de empilhador apropriado para transporte de cobre para junto da linha	Adquirir empilhador eléctrico com capacidade de 2 Ton	Kaizen		Sim
Mudança de Cor Base contribui para a perda por R.T em 35.7 %	77	Muitas mudanças de cor durante a produção semanal	Fabricar o fio por cor e não por secção.		25	Não
			Seguir a seguinte sequência de cores: Branco, Amarelo, Amarelo/Verde, Azul, Castanho, Encarnado e Preto			Não
		Perda de tempo na mudança entre cores	Criar instrução para antecipação de cor rápida			Não
			Formar operadores e chefes de equipa			Não
			Colocação de Mini-Silos com os colorizantes, junto a linha de produção	SMED		Sim
Avarias contribui para a perda por R.T em 10.6 %	23	Falta de capacidade do sistema de vácuo para abastecer a linha	Transferir Bomba de vácuo de 500kg/h da extrusora auxiliar para a principal		10	Não
			Adquirir Bomba de vácuo de 150kg/h para colocar na extrusora auxiliar			Sim
		Faltas Constantes na detecção de nível de material nas tremonhas	Rever sistema de controlo de nível de material nas tremonhas	TPM		Não
		Fuga no By-Pass da extrusora auxiliar provoca algumas paragens da linha	Reparação do By-pass afectado			Não
		Sistema de controlo de bobinado é muito complexo e demorado para ajustar	Alterar sistema para o semelhante ao das treiladoras	TPM		Não
TOTAL	180				75	

Tabela 15 – Plano de Acções na linha 3

Objectivo:		Melhoria do Running Time dos actuais 68.5% para 75%				
Problema	Perda Actual / Turno (min)	Causas Identificadas	Acções a Implementar	Enquadramento com as Técnicas de Melhoria Contínua	Ganho Esperado / Turno (min)	Invest.
Avarias contribui para a perda por R.T em 44.7%	68	Irradiador não debita a tensão correcta	Substituição de controlador electrónico		20	Não
			Reforçar a manutenção preventiva de semanal para cada turno	TPM		Não
		Bloquear motor do secundário	Substituir por motor com maior potência			Sim
		Quebras no "pente" de passagem do fio por ser muito justo	Substituição por "pente" adequado			Sim
		Falta de registo de erros do equipamento em cada paragem	Adquirir impressora para impressão dos registos de erros			Sim
Mudança de Cor Base contribui para a perda por R.T em 21.8%	33	Muita mudanças de Cor Base	Criar instrução para antecipação de cor rápida		5	Não
			Formar operadores e chefes de equipa			Não
			Colocação de Mini-Silos com os colorizantes, junto a linha de produção	SMED		Sim
Mudança de Cor Secundária contribui para a perda por R.T em 7.5%	11	Falta de recipiente para preparar a cor secundária	Adquirir balde graduado e respectiva proveta		3	Sim
		Silo para cor secundária com muita capacidade	Reduzir capacidade para metade da actual, procedendo ao seu corte			Não
		Mudança de cor principal e secundária em simultâneo	Sempre que o programa de produção o permita, ao mudar de cor principal deverá aproveitar a cor secundária - Exemplo: Encarnado/Azul e ao mudar para Preto/Azul			Não
Quebras de Cobre contribui para a perda por R.T em 6.6%	10	Cobre com efeito "memória"	Implementar sistema informático gestão de tempo de produção das fieiras de trefilagem		2	Sim
			Adquirir rolos metálicos para recozedor das trefiladoras			Sim
			Reforçar o controlo de semanal para diário das emulsões de trefilagem com admissão de mais uma pessoa			Sim
		Soldas mal realizadas	Adquirir fieiras de soldar			Sim
			Adquirir alicates de soldar novos			Sim
		Muito pó no interior do guia e bloqueia a passagem do cobre	Colocar equipamento de limpeza de pó de cobre antes da cabeça de extrusão			Sim
TOTAL	122				30	

Tabela 16 – Plano de Acções na linha 7

Objectivo:		Melhoria do Running Time dos actuais 71 % para 80 %				
Problema	Perda Actual / Turno (min)	Causas Identificadas	Acções a Implementar	Enquadramento com as Técnicas de Melhoria Contínua	Ganho Esperado / Turno (min)	Invest.
Mudança de Cor Base contribui para a perda por R.T em 26.9 %	38	Muita mudanças de Cor Base	Criar instrução para antecipação de cor rápida		15	Não
			Formar operadores e chefes de equipa			Não
			Colocação de Mini-Silos com os colorizantes, junto a linha de produção	SMED		Sim
Mudança Cor de Anel contribui para a perda por R.T em 22.8 %	32	Sequência de cores incorrecta	Na produção de fio de anel deverá ser esta a sequência de cores de anel: Branco / Amarelo / Azul e Encarnado		12	Não
		Paragens para limpeza do equipamento, pois o fio sem "borratado"	Adquirir nova máquina de anel			Sim
Mudança de Seqção contribui para a perda por R.T em 12.2 %	17	Bobines de cobre torcido, distantes da linha de produção	Alocar bobines junto da linha de produção		7	Não
		Bobines de cobre torcido com pouca quantidade devido ao tipo de bobine	Substituição das bobines actuais D560 por D630, aumentando em 30 % a quantidade de cobre em cada bobine	KAIZEN		Sim
		Máquina de Soldar a quente não tável	Adquirir nova máquina de soldar a quente			Sim
Mudança de Cor Secundária contribui para a perda por R.T em 10.9 %	15	Falta de recipiente para preparar a cor secundária	Adquirir balde graduado e respectiva proveta		6	Sim
		Silo para cor secundária com muita capacidade	Reduzir capacidade para metade da actual, procedendo ao seu corte			Não
		Mudança de cor principal e secundária em simultâneo	Sempre que o programa de produção o permita, ao mudar de cor principal deverá aproveitar a cor secundária - Exemplo: Encarnado/Azul e ao mudar para Preto/Azul			Não
Quebras na Bobinadora contribui para a perda por R.T em 9.1 %	13	Lâmina de corte do fio danificada	Aumento do Stock de lâminas de corte		4	Não
			Reforço de manutenção preventiva de semanal para diário	TPM		Não
TOTAL	115				44	

Para realização de muitas das acções definidas foi necessário recorrer a algumas ferramentas ou filosofias de gestão, designadas anteriormente como técnicas de melhoria contínua, destacando-se para este projecto as seguintes:

- ✓ *SMED*
- ✓ *TPM*
- ✓ *5 S*
- ✓ *Sistema de Sugestões*

4.6.1 Implementação de SMED

Segundo o conceito de SMED há necessidade de classificar as operações de setup como sendo:

- Actividades internas – aquelas que só podem ser executadas com o equipamento/processo parado;
- Actividades externas – aquelas que podem ser executadas com o equipamento/processo a funcionar.

O procedimento SMED consiste nos seguintes passos:

1. Observar e analisar em detalhe a forma como as actividades de setup são realizadas;
2. Eliminar qualquer actividade desnecessária;
3. Das actividades actualmente executadas, separar as actividades internas das externas.
4. Procurar executar as actividades externas com o equipamento/processo em funcionamentos;
5. Sempre que possível, converter as actividades internas em externas;
6. Simplificar, optimizar e racionalizar todas as actividades;

Na análise da linha 1 verificou-se que há dois tipos de setup que estão influenciar em 50% a perda de RT: mudança cor base e mudança de secção.

Para se compreender como é que o setup é executado actualmente, acompanhou-se directamente a realização do setup e, quando necessário, recorreu-se a câmara de vídeo ou de fotografias. De seguida identificam-se alguns problemas relacionados com o setup na

situação actual (antes do projecto) e apontam-se algumas melhorias com a implementação de medidas apresentadas no plano de acções.

Situação actual:

- O operador perde muito tempo para ir recolher o colorizante (matéria-prima que vai conferir a cor ao fio eléctrico), pois o seu armazenamento está distante da linha de produção;
- Na mudança de uma cor para a seguinte o operador perde muito tempo até conseguir uma cor uniforme;
- O levantamento das ferramentas produtivas (leia-se fieira e guia fio) para mudança de secção só é feito quando se entregam as ferramentas da secção em curso de produção;
- Dificuldade em encontrar as ferramentas de trabalho e por vezes falta das mesmas;
- Armazenamento do stock intermédio de cobre torcido muito distante da linha de produção;

Situação após melhoria:

- De forma a reduzir o tempo e espaço percorrido pelo operador quando necessita de realizar uma mudança de cor, decidiu-se colocar junto da linha de produção uma estrutura metálica (ver Figura 13) com o armazenamento das cores necessárias e os respectivos acessórios para a sua recolha – balde volumétrico graduado e provetas. O ganho estimado é de 5 minutos em relação à situação actual.
- Durante a sequência de produção, quando se verifica a necessidade de mudança de cor base (exemplo: azul para vermelho) há possibilidade de antecipar a cor, isto é, pode-se dar início à entrada da cor seguinte quando ainda se produz a anterior, acelerando, desta forma, o processo de mudança de cor. O ganho estimado é de 6 minutos em relação à situação actual.

Figura 13 - Estruturas de mini-silos



- O levantamento das ferramentas passa a ser feito antes da mudança de secção, sendo este um exemplo da passagem de uma actividade interna para actividade externa. O ganho estimado é de 3 minutos em relação à situação actual.
- Realizou-se um levantamento das necessidades de ferramentas de trabalho, tendo-se procedido à sua aquisição e organização num painel construído para o efeito, junto da zona de trabalho e de fácil acesso para o operador, tal como mostra a figura 14. O ganho estimado é de 10 minutos em relação à situação actual.
- Foram colocadas calhas metálicas junto à linha de produção para armazenamento das bobinas de cobre torcido necessárias para um turno de produção, sendo abastecidas pelo turno anterior. O ganho estimado é de 8 minutos em relação à situação actual.

Figura 14 - Painel de Ferramentas

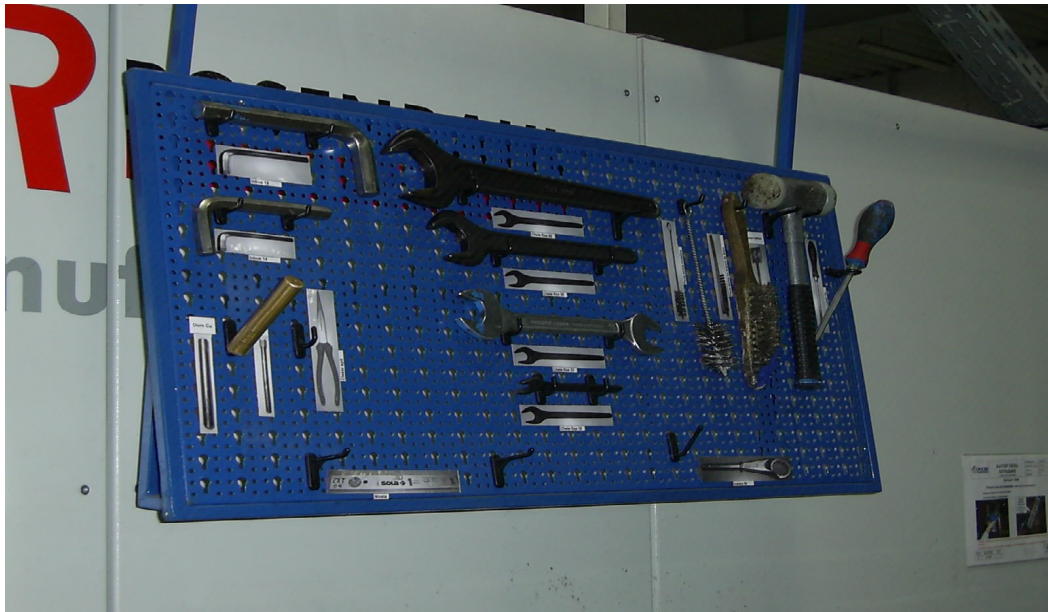


Figura 15 - Organização de Redes metálica por tipo



4.6.2 Implementação do TPM

Os cinco principais objectivos de um programa de TPM são os seguintes:

- Maximizar a eficiência dos equipamentos;
- Desenvolver um sistema de manutenção produtiva durante a vida do equipamento;
- Envolver todos os departamentos no planeamento, projecto, utilização na implementação do TPM;
- Activar o envolvimento de todos os colaboradores;
- Promover a filosofia TPM através de empenhamento da gestão de topo.

Na análise da linha 3 verificou-se que as avarias estão a influenciar em 45% a perda de RT. Assim, decidiu-se implementar um programa interno de TPM com doze etapas, que a seguir se descrevem:

1. *Etapa 1: Decisão da direcção* - definir a estratégia e os objectivos do desenvolvimento do TPM na fábrica, divulgá-los e explicá-los a cada posto de trabalho.
2. *Etapa 2: Informação e formação* - divulgar a informação geral para enquadramento do projecto em cada departamento; formar em acordo com as necessidades do posto de trabalho.
3. *Etapa 3: Implementação no terreno da estrutura TPM* - definir a organização TPM para a fábrica, departamentos e secções; divulgar a estrutura TPM.
4. *Etapa 4: Diagnóstico do estado dos postos de trabalho* - definir os elementos de diagnóstico; efectuar o relatório dos indicadores desempenho e identificar as cinco causas de perdas de RT; realização de entrevistas as pessoas; validar o relatório do posto de trabalho e definir as prioridades.
5. *Etapa 5: Elaboração de um programa* - definir os conteúdos e planificar o desenvolvimento de cada etapa; confirmar as prioridades, fixar os objectivos e validar o programa.
6. *Etapa 6: Lançamento* - organizar o lançamento; realizar o lançamento no terreno.
7. *Etapa 7: Análise e eliminação das principais causas de disfuncionamento* - utilizar as ferramentas de animação, de informação e de análise; utilizar os indicadores de seguimento; elaborar e colocar em prática os planos de acções; preparar o 5S no posto de trabalho.

8. *Etapa 8: Desenvolvimento de auto-manutenção*
9. *Etapa 9: Desenvolvimento da manutenção programada* - preparar e realizar os 5S; elaborar o plano de manutenção preventiva; organizar, realizar auto-manutenção e optimizá-la; organizar, realizar a manutenção programada e optimizá-la.
10. *Etapa 10: Melhoria do conhecimento técnico dos colaboradores* - identificar as necessidades de competências para o suporte do programa; estabelecer o programa de transmissão de competências e realização de formação.
11. *Etapa 11: Integração da experiência adquirida na concepção do equipamento* - identificar, seleccionar e transmitir todo o conhecimento adquirido na concepção de novos equipamentos e propostas de melhoria nos já existentes.
12. *Etapa 12: Seguimento do programa TPM e fixação de novos objectivos* - realizar o relatório da eficácia do projecto; assegurar a implementação do TPM sobre o posto de trabalho e a sua manutenção; avaliar a capacidade de melhoria contínua; rever objectivos.

A implementação da filosofia TPM neste tipo de actividade é de grande relevância, visto que todo o processo produtivo é realizado por máquinas e a indisponibilidade do equipamento tem um grande impacto na produtividade da fábrica. Assim, o objectivo de usar o TPM foi de reduzir ou eliminar perdas de produção devido avarias nas máquinas, garantindo que as máquinas e equipamentos estão sempre disponíveis para produzir e dar resposta às necessidades do cliente final.

Após a implementação deste programa é esperado o seguinte:

- ⇒ Significante redução dos custos de manutenção
- ⇒ Aumento da disponibilidade do equipamento
- ⇒ Melhoria do trabalho em equipa e envolvimento dos colaboradores

4.6.3 Implementação do 5S

5S é o programa da Qualidade Total que está relacionado com a arrumação, ordem, limpeza e autodisciplina dos colaboradores de uma organização. Este programa tem como objectivo principal promover a alteração do comportamento das pessoas, proporcionando total reorganização da empresa através da eliminação de materiais obsoletos, identificação dos materiais, execução constante de limpeza no local de trabalho, construção de um ambiente que proporcione saúde física e mental e manutenção da ordem implementada.

A denominação 5S vem das iniciais das 5 palavras de origem japonesa: *Seiri* (selecção), *Seiton* (organização), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (autodisciplina).

No que diz respeito ao senso de selecção (**seiri**), todo o material (ou ferramentas) desactualizado e que não se traduzia em valor acrescentado para o processo foi retirado dos locais de trabalho. Os itens foram classificados em necessários e desnecessários e foi verificada a sua frequência de uso. Foi desenvolvido um novo tipo de mesa de trabalho onde cada objecto tem o lugar claramente definido e se não há lugar para algo é porque não é necessário.

No que se refere ao senso de organização (**seiton**), foi possível alterar a configuração (*layout*) do posto de trabalho, com a finalidade de melhor aproveitamento do espaço físico, circulação dos operadores, entrada e saída de materiais. Foi definido um local para os equipamentos de suporte à produção, caixas para recolha de desperdício, paletes vazias, produto final conforme e não conforme, tendo sido o chão marcado com a respectiva cor (amarela – equipamentos, encarnado – desperdícios e produto não conforme, verde – produto final conforme). Foram também disponibilizadas ajudas visuais a demonstrar a situação correcta e incorrecta.

Quanto ao senso de limpeza (**seiso**), criou-se o lema de “Antes de limpar é não sujar” mas já que o processo produtivo é uma fonte de sujidade há necessidade de manter o posto de trabalho limpo e agradável de forma a proporcionar segurança e qualidade de vida das pessoas. A gestão de limpeza foi feita da seguinte forma:

- Determinar as áreas a limpar e atribuir tarefas específicas às pessoas;
- Limpar ferramentas e materiais para ficarem disponíveis no ponto de utilização;
- Estabelecer horários de limpeza específicos;

O senso de padronização (**Seiketsu**) refere-se à execução de forma sistematizada dos três sentidos anteriores. O objectivo aqui é fazer com que todas as tarefas sejam cumpridas de forma voluntária e rotineira, para que os resultados sejam sempre aqueles esperados, a fim de melhorar o desempenho da organização. Os procedimentos devem ser difundidos em todas as áreas de trabalho e as melhores práticas implementadas. O progresso no local de trabalho é auditado regularmente:

- Selecção: eliminação de itens desnecessários
- Organização: itens necessários nos locais especificados
- Limpeza: está tudo tão limpo que a sujidade fica imediatamente visível

Quanto ao senso de autodisciplina (**Shitsuke**), para manter a ordem, toda a equipa foi assimilando as normas que foram estabelecidas nas fases anteriores e foi tomando consciência das tarefas que deveriam ser mantidas e de forma espontânea. O objectivo era

o empenhamento pessoal nas normas de limpeza e todos os colaboradores “detestam” a sujidade no local de trabalho.

Os 5S não são um fim mas a base das melhorias futuras, destacando as seguintes vantagens após a sua implementação:

- Um local de trabalho limpo significa mudança;
- Os problemas sobressaem (por exemplo, fugas de óleo);
- Libertar espaço para expandir a actividade;
- A qualidade do produto e a segurança melhoram num ambiente com boa manutenção.

4.6.4 Implementação do sistema de sugestões

O sistema de sugestões foi implementado há já algum tempo na organização, mas durante a elaboração deste projecto de melhoria a administração decidiu criar um programa de sugestões específico.

Foram criados grupos de trabalho pluridisciplinares constituídos por cinco pessoas de diferentes áreas (produção, qualidade, manutenção, logística e I&D). Cada equipa nomeava o porta-voz, e não líder, porque aqui objectivo é o trabalho de equipa e não protagonismo de alguém em particular. O objectivo era o de semanalmente cada equipa apresentar o maior número de sugestões de melhoria, que seriam analisadas por um comité de análise e às escolhidas seria atribuído um valor pecuniário a distribuir pela equipa.

As sugestões recebidas contribuíram essencialmente para os seguintes objectivos:

- Fazer com que o posto de trabalho seja mais produtivo
- Melhorar a qualidade do produto
- Implicar ganhos em tempo de trabalho e redução de custos (energia, material e outros recursos)
- Melhorar máquinas e processos
- Melhorar postos de trabalho
- Desenvolver novas ferramentas de trabalho

Alguns exemplos de sugestões implementadas:

- Colocação de estruturas de mini silos para colorizantes junto das linhas de produção, por forma a reduzir o tempo de mudança da cor principal.
- Redução da capacidade dos silos da extrusora auxiliar, de forma a ser mais rápido mudar a cor secundária.
- Colocação de equipamento antes da cabeça de extrusão para limpeza de cobre, por forma a reduzir as quebras de cobre durante o processo produtivo.
- Desenvolvimento de um sistema informático para a gestão do tempo de produção nas fieiras de trefilagem, permitindo que as ferramentas de produção não funcionem mais que o tempo previsto (desgaste).
- Instalação de pente para irradiador com menos voltas de fio, permitindo ganhos significativos nas mudanças de secção.

4.7 Estudo de viabilidade económica

Para a realização de muitas das acções houve necessidade de recorrer a investimentos. A tabela 17 sintetiza os investimentos realizados e valor de amortização que posteriormente servirá para análise económica do projecto.

Tabela 17 – Resumo de Investimentos do projecto R.T

Localização	Descrição do Investimento	Qtd.	Custo Unitário	Total Investimento	Vida Útil (anos)	Amortização Anual
Linha 1	Calhas para bobines D1000	6	50 €	300 €	8	38 €
Todas	Painel de Ferramentas	9	120 €	1.080 €	5	216 €
Linha 1	Empilhador Eléctrico com capacidade para 2 Ton	1	9.800 €	9.800 €	5	1.960 €
Todas	Estrutura de Mini-Silos	6	1.500 €	9.000 €	5	1.800 €
Linha 1	Bomba de Vácuo de 150Kg/h	1	1.875 €	1.875 €	6	313 €
Armazem Ferramentas	Sistema informático gestão de tempo de produção das feiras de trefilagem	1	550 €	550 €	4	138 €
Trefilagem	Rolos metálicos para recozedor das trefiladoras	4	1.300 €	5.200 €	2	2.600 €
Todas	Adquirir feiras de soldar	30	50 €	1.500 €	1	1.500 €
Todas	Adquirir alicates de soldar novos	4	1.200 €	4.800 €	4	1.200 €
Todas	Dispositivo de limpeza de pó de cobre antes da cabeça de extrusão	9	350 €	3.150 €	4	788 €
Todas	Balde e Proveta Graduados	9	25 €	225 €	1	225 €
Linha 2	Software de controlo KA-BE-MA	1	15.000 €	15.000 €	4	3.750 €
Linha 2	Software de controlo Bobinadora - Niehoff	1	4.500 €	4.500 €	4	1.125 €
Linha 3	Motor do secundário - Irradiador	1	7.500 €	7.500 €	5	1.500 €
Linha 3	"Perte" para passagem de fio	1	260 €	260 €	1	260 €
Linha 3	Impressora para impressão dos registos de erros	1	110 €	110 €	4	28 €
Linha 4	Desenvolver sistema de mudança rápida de fusos	1	230 €	230 €	4	58 €
Todas	Bobines metálicas D630	50	55 €	2.750 €	5	550 €
Linha 5	Máquina de Soldar a quente	1	5.500 €	5.500 €	5	1.100 €
Linha 6	Bomba de Vácuo de 120Kg/h	1	1.460 €	1.460 €	6	242 €
Linha 6	Sistema de entrada e circulação de água arrefecimento	1	1.200 €	1.200 €	4	300 €
Linha 7	Máquina para produzir fio de Anel	1	12.000 €	12.000 €	4	3.000 €
Linha 9	Torcedora D630	1	57.000 €	57.000 €	5	11.400 €
	TOTAL			144.980 €		34.088 €

A tabela18 apresenta os Ganhos após Projecto.

Tabela 18 – Ganhos após Projecto

Linha de Produção	Carga Semanal (Km)	Velocidade Média (m/min)	Running Time (Após projecto)				Necessidades por Semana		Necessidades por Ano	
			R.T	Output (Km/turno)	N.º Turnos/Semana	Equivalente a Dias Trabalho	Horas Extra	Turnos a Mais	Horas Extra	Turnos a Mais
	A	B	G	$H = (B \times 480 \times G) / 1000$	$I = A / H$	$J = I / 3$	$L = (E - I) \times 8$	$M = E - I$	$N = L \times 48$	$O = M \times 48$
1	600	150	78,0%	56,16	10,7	3,56	35	4,4	1686	210,8
2	5200	950	85,0%	387,6	13,4	4,47	0	1,5	0	72,6
3	1295	400	75,0%	144	9,0	3,00	0	0,9	0	40,9
4	2389	750	84,0%	302,4	7,9	2,63	0	1,1	0	51,2
5	3500	600	87,0%	250,56	14,0	4,66	10	1,2	474	59,2
6	4000	700	85,0%	285,6	14,0	4,67	13	1,6	618	77,2
7	3500	600	80,0%	230,4	15,2	5,06	15	1,9	741	92,7
8	6000	1200	90,4%	520,704	11,5	3,84	0	1,5	0	70,7
9	5800	1100	88,6%	467,808	12,4	4,13	0	1,0	0	48,5
TOTAL	32284		83,7%		108,1		73,3	15,1	3519,3	723,8

Após implementação do projecto verificam-se dois tipos de ganho:

- Aumento da capacidade disponível em 724 turnos, o que basicamente corresponde a uma linha de produção (15turnos/semana x 48 semana / ano = 720 turnos/ Linha / Ano);

- Redução de horas extra em 3519 horas por ano.

O primeiro tipo corresponde ao resumo dos ganhos que se obtêm após implementação do projecto. Este item não é um ganho directo, significa que quando houver um aumento de actividade não haverá necessidade de adquirir mais uma linha de produção.

Situação	Ganho de Turnos por Ano	Equivalente linha de produção / Turnos Ano	Custo Linha de Produção
Aumento da Capacidade Disponível (A)	724	720	900.000 €

O segundo tipo é um ganho directo pois corresponde a uma redução efectiva de horas extra.

Situação	Horas/Ano	Custo Hora Extra	Custo Anual
Redução Horas Extra (B)	3.519	8,20 €	28.858 €

O proveito global deste projecto resulta da soma dos dois itens anteriores e totaliza o valor de 928.858 €.

De seguida são apresentados os custos operacionais associados à realização deste projecto.

A amortização dos investimentos realizados totaliza, no primeiro ano, 34.088 €.

Os custos de energia são apresentados na perspectiva de redução do valor entre a situação antes e após projecto, resultando num total de 21.714 €.

Equipamento	Potência Máquina (Kw/h)	Horas de Trabalho	Custo Unitário (€/Kw/h)	Energia Anual
Extrusora (linha 1 a 9)	60	-6.032	0,06 €	-21.714 €

Os custos de manutenção são comparados entre antes e após a implementação do projecto, resultando uma redução de custos de 8.143 €.

Horas de Trabalho (antes projecto)	Horas de Trabalho (após projecto)	Rácio (hora de manutenção/hora máquina)	Necessidade hora manutenção (antes)	Necessidade hora manutenção (após)	Ganho (horas manutenção)
49.263	43.232	0,09	4434	3891	-543

Durante a implementação do projecto houve necessidade de recrutar quatro operadores, correspondendo a um custo de 43.680 €.

Foi decidido internamente atribuir 1% do volume total de proveitos aos gastos gerais de fabrico, perfazendo 9.289 €.

O valor da rubrica fornecimento e serviço externos corresponde essencialmente a acções de formação realizadas (Kaizen, 6sigma, Resolução de Problemas, 5S, SMED e TPM) e tem o valor global de 10.500 €.

O resultado operacional do projecto foi de 861.158 € e resultou da diferença entre o total de proveitos (928.858 €) e total de custos operacionais (67.700 €).

A tabela 19 apresenta a análise de *pay-back* ao projecto com um prazo de recuperação de 3,25 meses.

Tabela 19 – Análise pay-back projecto aumento de *Running time*

Rubrica	Ano 0	Ano 1
1. Total Investimento	144.980 €	
2. Valor Residual Investimento Liquido de Impostos		
3. Cash Flow de Investimento [1+2]	144.980 €	0 €
4. Proveitos		928.858 €
5. Total Custos Operacionais		33.612 €
6. Amortizações		34.088 €
7. Resultado Operacional [4] - [5+6]		861.158 €
8. Taxa de Imposto		25%
9. Resultado Líquido [7]*[1-8]		645.869 €
10. Cash Flow de Exploração [9+6]	0 €	679.956 €
11. Cash Flow Total [3+10]	144.980 €	679.956 €

Como comentários finais pode dizer-se que o projecto, para além de operacional, é também financeiramente rentável.

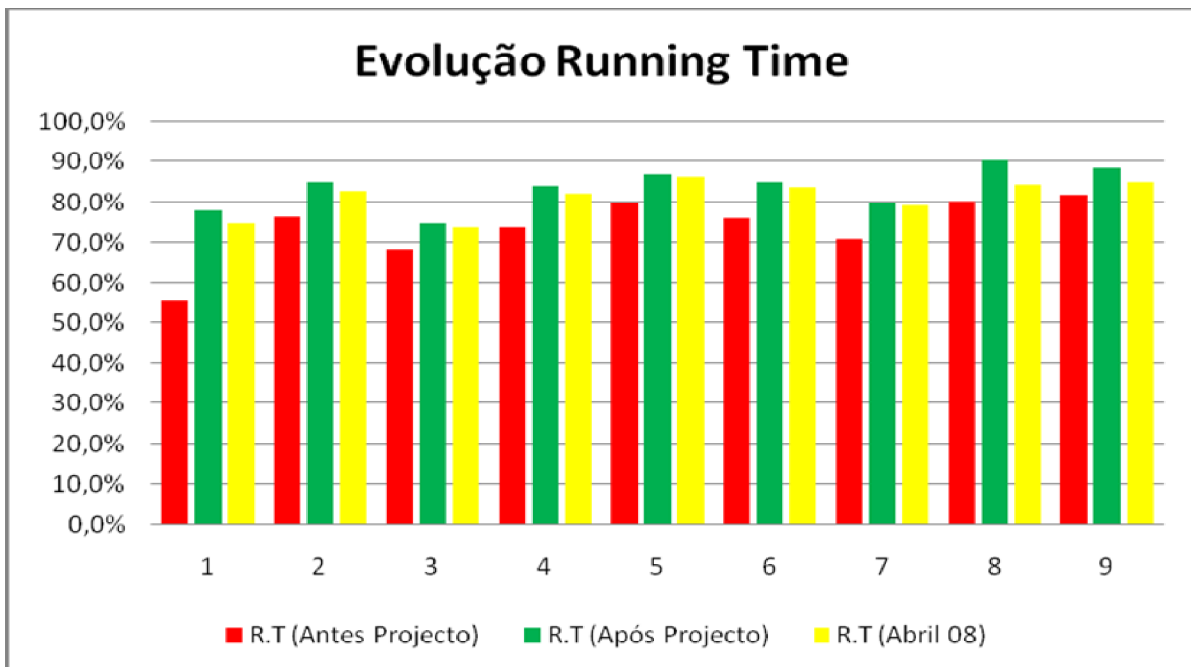
4.8 Seguimento da Eficácia do Projecto

Após a implementação do projecto, ter-se-á que manter a sua eficácia e a melhor forma de o fazer será efectuar o seu seguimento através da medição do *running time*, que tem como objectivo os 85%.

Semanalmente, o controlo de gestão faz o seguimento deste indicador com apresentação dos resultados e sempre que esteja fora do objectivo há que de imediato desencadear acções.

A figura 16 apresenta um gráfico de comparação entre o valor do *RT* antes e após projecto no mês de Abril 2008, onde se denota a boa tendência de melhoria para se atingir objectivo definido.

Figura 16 – Evolução do Running Time



5

Outros projectos de melhoria

Conteúdo

- Descrição do Projecto - Redução de *overconsumption*
- Descrição do Projecto – Valorização e redução desperdício
- Enquadramento com as técnicas de melhoria contínua

5.1 Projecto – Redução de sobre-consumos (*overconsumption*) de matérias-primas

Conforme descrição anterior, o processo produtivo reduz-se basicamente a dois tipos de matérias-primas - isolantes e cobre. Assim, este o projecto divide-se em dois sub-projectos – o primeiro tem como objectivo a redução do consumo de isolantes e o segundo tem como objectivo a redução do consumo de cobre, sendo descritos nos pontos seguintes.

5.1.1 Redução do consumo de isolantes (PVC / PP e PE) em 15%

Este assunto é muito mais importante do que desperdício de fio ou isolante pois corresponde a um valor elevado e que os clientes não suportam financeiramente. Enquanto que o desperdício tem algum retorno proveniente da sua venda, o *overconsumption* é um custo oculto. As estruturas técnicas dos fios são feitas com base nas especificações do cliente e um dos parâmetros mais importantes é o diâmetro exterior do isolante para o qual é definido um mínimo, nominal e máximo.

Actualmente o produto final está a ser fabricado entre a especificação nominal (estrutura) e máxima do cliente, no entanto se se fabricar entre a especificação mínima e nominal continuam-se a cumprir os requisitos do cliente e obtém-se um ganho significativo no consumo de matérias – primas. O objectivo teórico seria trabalhar sempre no diâmetro mínimo da especificação cliente, no entanto pela própria variabilidade do processo e a garantia da qualidade do produto final, definiu-se internamente uma margem de segurança.

Após reduzirmos o consumo de isolantes e definirmos qual o diâmetro de trabalho (estrutura de engenharia) temos que seguir o indicador operacional *overconsumption*, visto os orçamentos, cálculo de custos e preços dados aos clientes, terem como base a estrutura de engenharia. Conforme se demonstra na figura 17 se trabalharmos na “Zona de Ganho”, isto é, abaixo do diâmetro estrutura, a empresa ganha financeiramente, caso seja acima perde.

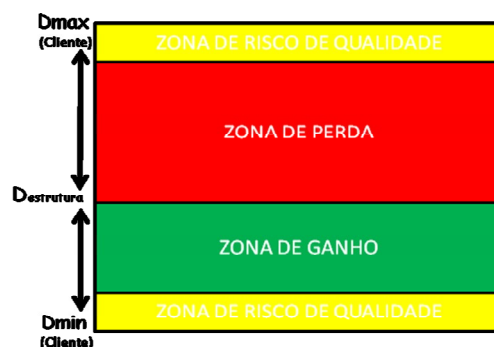


Figura 17: Zona de Ganho e Perda económica no diâmetro isolante

Metodologia a aplicar

Será necessário identificar as causas para o (s) problema (s) e com objectivo bem presente. Para tal serão definidas as seguintes etapas:

1. Listar todos os fios (leia-se produto final) por família e secção, utilizando uma folha de cálculo para se proceder à simulação, isto é, determinar qual o impacto de se fabricar o fio entre a especificação mínima e nominal;
2. Analisar o impacto em termos financeiros e operacionais;
3. Elaborar o plano de acções (PA);
4. Avaliar os investimentos que terão que ser realizados, nomeadamente ao nível de ferramentas;
5. No final será importante fazer uma análise viabilidade económica.

Este sub-projecto será realizado na área de Extrusão.

Estudo do consumo de isolantes

Para uma melhor compreensão, de seguida descrevem-se resumidamente os vários campos da tabela 20.

- **Família de Fio:** Corresponde à identificação interna e reconhecida pelo cliente
- **Secção:** Corresponde à secção standard e de acordo com os requisitos do cliente
- **Tipo de Isolante:** Identifica o tipo de isolante associado à família do fio
- **Especificação cliente:** Indica o requisito do cliente para aceitar o produto final
- **Diâmetro alma de cobre:** Corresponde ao diâmetro dos capilares de cobre
- **Diâmetro (situação inicial):** Corresponde ao diâmetro de trabalho actual – antes de projecto
- **Peso (situação inicial):** Obtêm-se por cálculo teórico, utilizando a fórmula
- **Diâmetro (após projecto):** Corresponde ao diâmetro de trabalho após projecto
- **Peso (após projecto):** Obtêm-se por cálculo teórico, utilizado a fórmula
- **Produção semanal:** Corresponde ao volume semanal de produção (em Km)
- **Ganho teórico:** Obtêm-se por cálculo teórico, utilizado a fórmula

- **Ganho semanal por tipo de isolante:** Distribuição do ganho teórico (em €) por tipo isolante
- **Ganho anual em isolantes:** Corresponde ao ganho operacional entre a situação antes e após projecto

Tabela 20 – Estudo de consumo de isolantes

Família de fio	Secção mm²	Tipo de Isolante	Especificação Cliente (em mm)			Diâmetro Alma de Cobre (mm)	Diâmetro (Situação Inicial) mm	Peso Situação Inicial (Kg/km)	Diâmetro (Após projecto) mm	Peso Após Projecto (Kg/km)	Diferença de Peso (Antes e Após Projecto) - Kg/km	Produção Semanal (Km)	Ganho Teórico (Kg)	Ganho Semanal por tipo de Isolante (€)			Ganho Anual em Isolantes (€)			
			Diâmetro Mínimo	Diâmetro Nominal	Diâmetro Máximo			A (F1)		B (F1)	C = A - B			D	E = C x D	F = E x P1		G = E x P2	H = E x P3	I = (F+G+H)x43
B3	PVC	0,35	1,25	1,34	1,40	0,72	1,35	1,447	1,31	1,304	0,14	8	1,19	1,78 €			85 €			
		0,50	1,40	1,60	1,70	0,84	1,64	2,201	1,55	1,647	0,35	539	190,77	288,16 €			13.736 €			
		0,60	1,78	1,83	1,90	0,93	1,83	2,755	1,80	2,585	0,17	7	1,17	1,75 €			84 €			
		0,75	1,75	1,80	1,90	1,04	1,84	2,556	1,80	2,350	0,21	215	44,29	66,43 €			3.189 €			
		1,00	1,99	2,07	2,15	1,21	2,12	3,362	2,03	2,947	0,41	77	32,04	48,07 €			2.307 €			
		1,50	2,10	2,25	2,40	1,50	2,32	3,475	2,23	3,021	0,45	76	34,57	51,85 €			2.489 €			
		2,00	2,50	2,70	2,80	1,72	2,72	4,925	2,85	4,508	0,42	42	17,83	26,45 €			1.270 €			
		2,50	2,85	2,85	3,00	1,98	2,85	4,661	2,80	4,348	0,31	27	8,33	12,49 €			600 €			
		3,00	3,25	3,35	3,45	2,12	3,36	7,538	3,30	7,095	0,44	12	5,46	8,19 €			393 €			
		4,00	3,70	3,80	3,90	2,55	3,79	8,721	3,75	8,386	0,33	37	12,32	18,49 €			887 €			
		5,00	3,80	3,90	4,00	2,71	3,90	8,726	3,85	8,296	0,43	17	7,33	11,00 €			528 €			
		6,00	4,20	4,35	4,50	3,19	4,37	9,898	4,25	8,748	1,15	28	31,73	47,80 €			2.285 €			
		7,00	4,80	4,90	5,00	3,31	4,88	14,264	4,82	13,618	0,65	15	9,95	14,93 €			716 €			
Total Geral											32.284	11.680	16.055 €	2.213 €	956 €	922.705 €				

Tabela 21 – Resumo de consumo de isolantes (antes e após projecto)

Tipo de Isolante	Consumo de Isolante (em Kg)		Redução Consumo	Produção Semanal (Km)	Relação (Kg/km)	
	Situação Inicial	Situação Após Projecto			Situação Inicial	Situação Após Projecto
PVC	82.543	71.840	15%	29.968	2,75	2,40
PP	4.706	3.968	19%	1.021	4,61	3,89
PE	2.470	2.231	11%	1.295	1,91	1,72
Total	89.719	78.040	15%	32.284	2,78	2,42

A análise da tabela 21 permite concluir que com a implementação do projecto foi obtida uma significativa melhoria através da redução global do consumo de isolantes em 15% e um ganho financeiro de 922.705€. O fio eléctrico continua a ser fabricado de acordo com

os requisitos impostos pelo cliente e em cada km produzido existe um ganho de 0,36Kg (360g) em isolantes.

Acções a Implementar

1. Aquisição de ferramentas de extrusão de acordo com a definição dos novos diâmetros exteriores (ver tabela22 cálculo necessidade de ferramentas);
2. Modificação de programação do diâmetro no produto final em cada linha de produção;
3. Modificação das instruções de trabalho;
4. Actualização da tabela de estruturas da engenharia;
5. Formação aos envolvidos (Operadores, Chefes de equipa e Staff).

Tabela 22 – Cálculo Necessidade de Ferramentas

Diâmetro Ferramenta (mm)	Família de Fio	Secção mm2	Tipo de Isolante	Especificação Cliente (em mm)			Diâmetro (Após projecto) mm	Produção Semanal (Km)	Consumo Semanal por Diâmetro Ferramenta (Km)	Necessidade Conjunto de Ferramentas	Necessidade Conjunto de Ferramentas
				Diâmetro Mínimo	Diâmetro Nominal	Diâmetro Máximo					
A (F4)									B	C (F7)	D
1,14	YA	0,22	PVC	1,10	1,15	1,20	1,13	1	1	0,002	1
1,26	R2X	0,35	PE	1,20	1,25	1,30	1,25	711	8990	17,260	18
	F3	0,35	PP	1,20	1,25	1,30	1,25	2			
	YA	0,35	PVC	1,20	1,25	1,30	1,25	6469			
	YBF	0,35	PVC	1,20	1,25	1,30	1,25	1807			
1,31	IRT2	0,35	PVC	1,25	1,30	1,40	1,30	743	800	1,536	2
	R1	0,35	PVC	1,25	1,30	1,40	1,30	57			
Totais								32.284	32.284		108

A determinação das necessidades de ferramentas efectuou-se da seguinte forma:

1. Agregou-se por diâmetro isolante (após projecto) a família fio e secção, pois é possível fazer diferentes tipos de fio com a mesma ferramenta;
2. Através da fórmula (F4) dimensionou-se a ferramenta por cada tipo diâmetro isolante;

3. Em cada ferramenta (leia-se fieira de extrusão) calculou-se o consumo semanal em Km;
4. Para cálculo necessidade de ferramentas - teórico utilizou-se a fórmula (F7);
5. A necessidade real anual de ferramentas (D) foi calculada por arredondamento por excesso;
6. Verificou-se uma necessidade anual de 108 fieiras.

Estudo de viabilidade económica do projecto

Corresponde ao resumo dos ganhos que se obtêm após a implementação do projecto. Neste caso representa a redução do consumo por tipo de isolantes para o mesmo volume de produção.

Situação Após Projecto	Redução Consumo Isolantes		
	PVC	PP	PE
Ganho Semanal	16.055 €	2.213 €	956 €
Ganho Anual	770.619 €	106.210 €	45.876 €

O proveito anual global deste projecto resulta da soma da redução dos consumos isolantes e totaliza o valor de 922.705 €.

A amortização dos investimentos realizados totaliza no primeiro ano 4.860 € e resume-se a novas ferramentas de produção.

Foi decidido internamente atribuir 0.5% do volume total de proveitos aos gastos gerais de fabrico, o que corresponde a 4.614 €.

O resultado operacional do projecto foi 913.232 € e resulta da diferença entre o total de proveitos (922.705 €) e total de custos operacionais (amortizações + gastos gerais de fabrico=9.474 €).

A tabela 23 apresenta a análise de *pay-back* ao projecto e que resultou num prazo de recuperação de 0.08 meses.

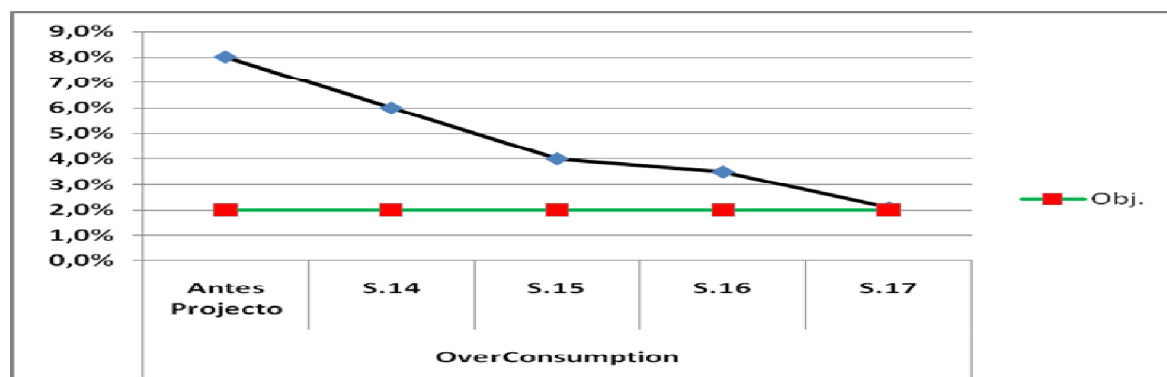
Tabela 23 – Análise pay-back projecto redução overconsumption isolantes

Rubrica	Ano 0	Ano 1
1. Total Investimento	-4.860 €	
2. Valor Residual Investimento Liquido de Impostos		
3. Cash Flow de Investimento [1+2]	-4.860 €	0 €
4. Proveitos		922.705 €
5. Total Custos Operacionais		4.614 €
6. Amortizações		4.860 €
7. Resultado Operacional [4] - [5+6]		913.232 €
8. Taxa de Imposto		25%
9. Resultado Líquido [7]*[1-8]		684.924 €
10. Cash Flow de Exploração [9+6]	0 €	689.784 €
11. Cash Flow Total [3+10]	-4.860 €	689.784 €

Seguimento da eficácia do projecto

Após a implementação do projecto, ter-se-á que manter a sua eficácia e a melhor forma de o fazer será efectuar o seu seguimento através de um indicador de desempenho, que internamente designamos por *overconsumption* e que tem como objectivo o valor 2%.

O controlo de gestão faz semanalmente o seguimento do indicador com apresentação dos resultados e sempre que esteja fora do objectivo há que de imediato desencadear acções. A figura 18 apresenta um gráfico de seguimento desde implementação do projecto, e onde se denota a boa tendência de melhoria.

Figura 18: Evolução do *OverConsumption* de Isolantes

5.1.2 Redução do consumo de Cobre em 1%

Neste sub-projecto foi apresentada a mesma metodologia que no anterior, mas com agravante de o custo de matéria-prima ser cinco vezes superior. Podemos encontrar nas especificações do cliente um valor de resistência que varia entre um mínimo e um máximo, o qual corresponde ao determinado peso.

Actualmente o produto intermédio (cobre torcido) está a ser fabricado entre a especificação de resistência nominal (estrutura) e mínima do cliente. No entanto se se fabricar entre a especificação nominal e máxima continuam-se a cumprir os requisitos do cliente e obtém-se um ganho significativo no consumo de cobre. O objectivo teórico seria trabalhar sempre no valor de resistência máximo definido na especificação cliente, pois a esse corresponde o mínimo peso (Kg/km) de cobre, isto é, as duas variáveis são inversamente proporcionais. No entanto, pela própria variabilidade do processo e a garantia da qualidade do produto final, definiu-se internamente uma margem de segurança para a resistência máxima.

Após reduzirmos o consumo de cobre e definirmos a resistência de trabalho (estrutura de engenharia) temos que seguir o indicador de desempenho *overconsumption*, visto que os orçamentos, cálculo de custos e preços dados aos clientes terem como base a estrutura de engenharia. Conforme se demonstra na figura 19 dever-se-á trabalhar acima da resistência da estrutura, para se obter um ganho e não perda financeira.



Figura 19: Zona de Ganho e Perda económica na resistência

Metodologia a aplicar

Será necessário identificar as causas para o (s) problema (s) e com objectivo bem presente. Para tal serão definidas as seguintes etapas:

1. Listar todos os fios (leia-se produto final) por família e secção, utilizando uma folha de cálculo para se proceder a simulação, isto é, qual o impacto de se fabricar o fio entre a especificação mínima e nominal;
2. Analisar qual o impacto em termos financeiros e operacionais;
3. Elaborar o plano de acções (PA);
4. Avaliar os investimentos a ter que ser realizados, nomeadamente ao nível de ferramentas;
5. No final será importante fazer uma análise viabilidade económica;

Este sub-projecto será realizado na Trefilagem.

Estudo do consumo de cobre

Para uma melhor compreensão, de seguida descrevem-se resumidamente os vários campos da tabela 24.

- **Família de Fio:** Corresponde identificação interna e reconhecida pelo cliente
- **Secção:** Corresponde a secção em standard e de acordo com os requisitos do cliente
- **Especificação cliente:** O requisito do cliente para aceitar o produto final
- **Resistência (situação inicial):** Corresponde a resistência de trabalho actual – antes de projecto
- **Produção semanal:** Corresponde ao volume semanal de produção (em Km)
- **Resistência (após projecto):** Corresponde a resistência de trabalho após projecto
- **Peso (actual):** Corresponde a situação inicial e obtêm-se por cálculo teórico, utilizado a fórmula – F2
- **Consumo semanal Cobre (situação inicial):** Obtêm pelo produto da produção semanal com o peso da situação inicial
- **Peso (após projecto):** Corresponde a situação após projecto e obtêm-se por cálculo teórico, utilizado a fórmula – F2
- **Consumo semanal Cobre (após projecto):** Obtêm pelo produto da produção semanal com o peso após projecto

- **Ganho anual em Cobre:** Corresponde ao ganho operacional entre a situação antes e após projecto

Tabela 24 – Estudo de consumo de cobre

Família de Fio	Secção mm ²	Especificação Cliente (em Ω)		Resistência	Produção	Resistência	Peso	Consumo Semanal	Peso Após	Consumo Semanal	Ganho Semanal	Ganho Semanal	Ganho Anual em Cobre (€)
		Resistência mínima	Resistência máxima	Situação Inicial (Ω)	Semanal (Km)	Após Projecto (Ω)	Actual (Kg/km)	Cobre - Situação inicial (Kg)	Projecto (Kg/km)	Actual de Cobre (Kg)	em Consumo Cobre (Kg)	em Consumo Cobre (€)	
				A	B	C	D (F2)	E= B x D	F (F2)	G= B x F	H= E - G	I= H x "LME"	
R2X	0,35	50,56	52,00	50,60	711	51,50	3,03	2156	2,98	2119	36,84	202,62 €	9.725,68 €
	0,50	35,70	37,10	36,08	360	36,70	4,25	1530	4,18	1504	25,91	142,49 €	6.839,84 €
	1,00	19,00	19,80	19,16	147	19,40	8,01	1178	7,91	1164	14,58	80,18 €	3.848,67 €
	1,50	12,40	12,70	12,40	40	12,60	12,30	489	12,18	483	6,60	36,31 €	1.742,84 €
	2,50	7,40	7,60	7,51	30	7,55	20,43	605	20,32	601	3,20	17,62 €	845,56 €
	4,00	4,80	4,70	4,80	4	4,69	32,93	124	32,72	123	0,79	4,37 €	209,64 €
	6,00	3,00	3,10	3,07	4	3,09	49,98	221	49,66	220	1,43	7,88 €	378,48 €
Totais					32.284			274.735		271.407	3.328	18.305 €	878.645 €

Tabela 25 – Resumo de consumo de cobre (antes e após projecto)

Consumo de Cobre (em Kg)		Redução Consumo	Produção Semanal (Km)	Relação (Kg/km)	
Situação Inicial	Situação Após Projecto			Situação Inicial	Situação Após Projecto
274.735	271.407	1,22%	32.284	8,51	8,40

A análise da tabela 25 permite concluir que após implementação do projecto se obtém uma significativa melhoria através da redução global do consumo de cobre em 1,22% e um ganho financeiro de 878.645€. O fio eléctrico continua a ser fabricado de acordo com os requisitos impostos pelo cliente e em cada km produzido obtém-se um ganho de 0,11Kg (110g) em cobre.

Acções a Implementar

1. Aquisição de ferramentas de trefilagem de acordo com a definição dos novos diâmetros exteriores (*ver estudo de cálculo necessidade de ferramentas*);

2. Modificação de programação das trefiladoras de acordo com os novos parâmetros definidos;
3. Modificação das instruções de trabalho;
4. Actualização da tabela de estruturas da engenharia;
5. Formação aos envolvidos (Operadores, Chefes de equipa e Staff).

Tabela 26 – Estudo Dimensionamento de Ferramentas

Familia de Fio	Secção mm²	N.º de Capilares	Especificação Cliente (em Ω)		Resistência Após Projecto (Ω)	Diâmetro de Capilar Após Projecto (mm)	Diâmetro Ferramenta Após Projecto (mm)
			Resistência mínima	Resistência máxima		A (F3)	B (F5)
YA	0,22	7	77,90	83,50	82,80	0,195	0,197
	0,35	7	50,56	52,00	51,50	0,247	0,249
	0,50	19	35,70	37,10	36,70	0,177	0,179
	0,75	19	24,15	24,70	24,50	0,217	0,219
	1,00	19	19,00	19,60	19,40	0,244	0,246
	1,50	19	12,40	12,70	12,60	0,303	0,305

Após se definir a resistência em que se vai operar, há necessidade de calcular o diâmetro capilar que está associado a essa resistência, através da fórmula (F3) e, através da fórmula (F5), dimensionou-se a ferramenta por cada resistência

Tabela 27 – Cálculo Necessidade de Ferramentas

Diâmetro Ferramenta (mm)	Família de Fio	Secção mm²	N.º de Capilares	Especificação Cliente (em Ω)		Resistência Após Projecto (Ω)	Peso Após Projecto (Kg/km)	Produção Semanal (Km)	Consumo Semanal por Diâmetro Ferramenta (Kg)	Consumo Semanal por Diâmetro Ferramenta (Kg)	Necessidade Anual Conjunto de Ferramentas (Cálculo)	Necessidade Anual-Conjunto de Ferramentas (Real)
				Resistência mínima	Resistência máxima							
0,195	B2	0,75	24	24,15	24,70	24,50	6,26	132	827	29635,43	7,113	8
	YB	0,75	24	24,15	24,70	24,50	6,26	532	3334			
	FLR 9Y	0,75	24	24,15	24,70	24,50	6,26	1	8			
	F3	0,75	24	24,15	24,70	24,50	6,26	110	686			
	B2	0,50	16	35,70	37,10	36,70	4,18	629	2629			
	YB	0,50	16	35,70	37,10	36,70	4,18	4391	18359			
	YBF	0,50	16	35,70	37,10	36,70	4,18	616	2574			
	R1	0,50	16	35,70	37,10	36,70	4,18	9	39			
	F3	0,50	16	35,70	37,10	36,70	4,18	282	1180			
Totais							32.284	271.407	81			

O cálculo da necessidade de ferramentas foi feito da seguinte forma:

1. Agregou-se por diâmetro capilar (após projecto) a família fio e secção;
2. Em cada ferramenta (leia-se fieira de trefilagem) calculou-se o consumo semanal em Km;
3. Para cálculo necessidade de ferramentas - teórico utilizou-se a fórmula (F6);
4. A necessidade real anual de ferramentas (G) foi calculada por arredondamento por excesso;
5. Verificou-se uma necessidade anual de 81 conjunto fieiras, pois na prática são 1944 unidades (1 conjunto corresponde a 24 fieiras individuais);

Estudo da viabilidade económica do projecto

Corresponde ao resumo dos ganhos que se obtêm após implementação do projecto. Neste caso, corresponde à redução do consumo de cobre para o mesmo volume de produção.

Situação	Consumo Semanal de Cobre (Kg)	Consumo Anual de Cobre (Kg)
Actual	274.735	13.187.276
Após Projecto	271.407	13.027.522
Redução Semanal	3.328	159.754

O proveito anual global deste projecto resulta do produto entre a redução anual do consumo de cobre e o *LME*, totalizando o valor de 878.645 €.

Redução Anual do Consumo Cobre (Kg)	LME (€/kg)
159.754	5,5 €

A amortização dos investimentos realizados totaliza no primeiro ano 58.320 € e corresponde, essencialmente, a novas ferramentas de produção.

Foi decidido internamente atribuir 0.5% do volume total de proveitos aos gastos gerais de fabrico, o que corresponde a 4.393 €.

O resultado operacional do projecto 815.932 € e resulta da diferença entre o total de proveitos (878.645 €) e total de custos operacionais (amortizações + gastos gerais de fabrico=62.713 €).

A tabela 28 apresenta a análise de *pay-back* ao projecto que resulta num prazo de recuperação de 0.96 meses.

Tabela 28 – Análise pay-back projecto redução overconsumption cobre

Rubrica	Ano 0	Ano 1
1. Total Investimento	-58.320 €	
2. Valor Residual Investimento Liquido de Impostos		
3. Cash Flow de Investimento [1+2]	-58.320 €	0 €
4. Proveitos		878.645 €
5. Total Custos Operacionais		4.393 €
6. Amortizações		58.320 €
7. Resultado Operacional [4] - [5+6]		815.932 €
8. Taxa de Imposto		25%
9. Resultado Líquido [7] * [1-8]		611.949 €
10. Cash Flow de Exploração [9+6]		670.269 €
11. Cash Flow Total [3+10]	-58.320 €	670.269 €

Seguimento da Eficácia do Projecto

A figura 20 apresenta um gráfico de seguimento do indicador *overconsumption* de cobre desde implementação do projecto, onde se denota a boa tendência de melhoria.

Figura 20: Evolução de *Overconsumption* de cobre

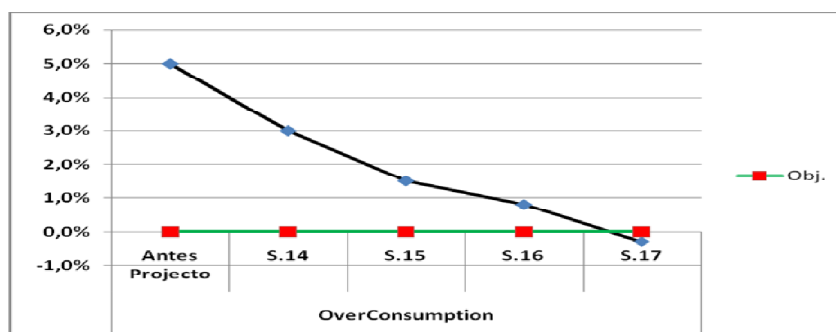


Tabela 29: Resumo Financeiro do Projecto – redução overconsumption

Projecto	Indicadores Financeiros				
	Total Proveitos	Total Custos	Resultado Operacional	Previsão Vendas 2008	RO/Vendas
Redução Consumo de Isolantes	922.705 €	9.474 €	913.231 €		1,01%
Redução Consumo de Cobre	878.645 €	62.713 €	815.932 €	90.000.000 €	0,91%
Total	1.801.350 €	72.187 €	1.729.163 €		1,92%

5.2 Descrição do projecto – Valorização e redução de desperdício

O processo produtivo apesar de simples tem uma grande variedade de referências, isto é, mais de vinte tipos de secções e mais de cem cores diferentes, sendo assim quando se faz uma mudança de secção ou de cor (*setup*) automaticamente faz-se desperdício pois é assim necessário para garantia da qualidade final do produto. Como tem que se sobreviver com desperdício, que tal beneficiar dele reutilizando e integrá-lo novamente no processo produtivo. Basicamente existem duas formas de desperdício, uma que provém do material isolante antes de revestir o fio (purgas) e outra já do fio revestido, de forma a uma melhor compreensão deste projecto será subdividido em dois subprojectos.

5.2.1 Reutilização do Isolante passando da actual taxa desperdício 8% para 2%

O objectivo é “reprocessar” o material isolante resultante das purgas de extrusão devido as mudanças de cores, através de um processo que consistirá em:

- Recolher as purgas “higienicamente”;
- Proceder à granulação das mesmas “a quente” e “despoiramento”;
- Embalagem do grão;
- “Reprocessamento” do grão em Extrusora e filtragem própria;
- Uso do material “reprocessado” no processo normal.

Este projecto, além de uma perspectiva económica permite seguir a filosofia de “re-usar” o mais possível as matérias-primas, contribuindo para a protecção do ambiente.

Metodologia a aplicar

Antes de se iniciar o projecto há duas condições que têm de ser asseguradas que são respectivamente, verificar se alguma incompatibilidade por usar material “reprocessado” no processo produtivo e a segunda condição será análise económica, para verificar a viabilidade do projecto.

No que respeita a primeira condição o departamento de Investigação & Desenvolvimento, após seis meses de diversos estudos e ensaios, concluiu que não há implicação no processo produtivo e mais importante de tudo no produto final, aliás os materiais isolantes quanto mais vezes forem processados melhores propriedades químicas adquirem.

A segunda condição será objecto de análise e resolução durante o desenvolvimento deste projecto.

O primeiro passo seria saber qual a quantidade de desperdício em purgas por tipo de isolante, para verificar se haverá “matéria-prima” suficiente e que justifique os investimentos a ter de ser realizados.

O desperdício de isolante tem duas fontes de origem, que são as linhas de produção e ensaios do I&D, para tal e com base no histórico de dezasseis semanas vamos fazer análise económica que pretendemos.

Tabela 30 - Resumo Desperdício Purgas PVC

Rubrica	Unidade	Proveniência	Valor médio em 16 semanas
Desperdício de Purgas PVC	Kg	Linha 1	761
		Linha 2	378
		Linha 3	151
		Linha 4	173
		Linha 5	649
		Linha 6	450
		Linha 7	552
		Linha 8	396
		Linha 9	282
		Produção	3.791
		I&D	355
		Global Fábrica	4.146
Consumo Isolantes (em Kg)		Total (A)	84.431
		Reprocessado (B)	4.146
Impacto na Redução Desperdício		% Utilização Reciclado $C=B/A$	4,9%
Proveito Bruto		$D= B \times P1$	6.220 €

Tabela 31 - Resumo Desperdício Purgas PP

Rubrica	Unidade	Proveniência	Valor médio em 16 semanas
Desperdício de Purgas PP	Kg	Linha 1	86
		Linha 4	334
		Linha 9	381
		Produção	801
		I&D	772
		Global Fábrica	1.573
Consumo Isolantes (em Kg)		Total (A)	6.638
		Reprocessado (B)	1.573
Impacto na Redução Desperdício		% Utilização Reciclado C=B/A	23,7%
Proveito Bruto		D= B x P2	4.718 €

Tabela 32 - Resumo Desperdício Purgas PE

Rubrica	Unidade	Proveniência	Valor médio em 16 semanas
Desperdício Purgas PE	Kg	Linha 3	267
		Produção	267
		I&D	117
		Global Fábrica	384
Consumo Isolantes (em Kg)		Total (A)	4.709
		Reprocessado (B)	384
Impacto na Redução Desperdício		% Utilização Reciclado C=B/A	8,2%
Proveito Bruto		D= B x P3	1.730 €

Tabela 33 - Resumo do Impacto na Redução Global Desperdício

Resumo	Descrição	Média de 16 semanas
Consumo Isolantes (em Kg)	Total (A)	95.778
	Reciclado (B)	6.103
Impacto Económico	% Utilização Reciclado (B / A)	6.3%

Verifica-se que o desperdício actual de purgas corresponde a 6.3% do consumo global de isolantes, significa que nesta perspectiva o desperdício pode ser reduzido na mesma proporção.

Tabela 34 - Resumo de Proveito Bruto do Consumo MP reprocessadas

Resumo	Tipo de Isolante	Valor médio em 16 semanas
Consumo MP recicladas (em Kg)	PVC	6.220 €
	PP	4.718 €
	PE	1.730 €
Proveito em MP recicladas	Total	12.668 €

Estudo da viabilidade económica do projecto

Corresponde ao resumo dos ganhos que se obtêm após implementação do projecto. Neste caso representa a reutilização no processo produtivo da matéria-prima isolante e a correspondente poupança anual na compra de isolantes.

Situação Após Projecto	Reutilização dos Isolantes		
	PVC	PP	PE
Ganho Semanal	6.220 €	4.718 €	1.730 €
Ganho Anual	298.538 €	226.468 €	83.018 €

O proveito anual global deste projecto resulta da soma reutilização dos isolantes e totaliza o valor de 608.024 €.

Em seguida são apresentados os custos operacionais associados a realização deste projecto, tais como:

Amortização dos investimentos realizados totaliza no primeiro ano 4.475 € e resume-se a compra de novos equipamentos.

Equipamento	Vida Útil (anos)	Investimento	Amortização Anual
Extrusora	8	15.000 €	1.875 €
Triturador	5	7.500 €	1.500 €
Granulador	5	5.500 €	1.100 €
		28.000 €	4.475 €

Os custos de energia foram calculados com base na necessidade de horas de trabalho e a potência dispendida por máquina e totaliza o valor de 14.810 €.

Equipamento	Output (Kg/h)	Isolantes Reprocessados (Kg/semana)	Horas de Trabalho
Extrusora	120		40
Triturador	60	4.747	79
Granulador	120		40

Equipamento	Potência Máquina (Kw/h)	Horas de Trabalho	Custo Unitário (€/Kw/h)	Energia Anual
Extrusora	80	40		9.114 €
Triturador	20	79	0,06 €	4.557 €
Granulador	10	40		1.139 €
				14.810 €

O custo de manutenção foi decidido internamente atribuir 10% do volume total do equipamento adquirido, o que corresponde a 2.800 €.

No que respeita ao custo de pessoal durante a implementação do projecto houve necessidade de recrutar mais quatro operadores o que correspondem a 43.680 €.

Os gastos gerais de fabrico, foi decidido internamente atribuir 1% do volume total de proveitos o que corresponde 4.333 €.

O resultado operacional do projecto foi 531.946 € e resulta da diferença entre o total de proveitos (608.024 €) e total de custos operacionais (amortizações + energia + manutenção + pessoal + gastos gerais de fabrico=76.078 €).

A tabela 35 apresenta análise de *pay-back* ao projecto e que resultou num prazo de recuperação de 0,8 meses.

Tabela 35 – Análise pay-back projecto reutilização de isolantes

Rubrica	Ano 0	Ano 1
1. Total Investimento	-28.000 €	
2. Valor Residual Investimento Liquido de Impostos		
3. Cash Flow de Investimento [1+2]	-28.000 €	0 €
4. Proveitos		608.024 €
5. Total Custos Operacionais		71.603 €
6. Amortizações		4.475 €
7. Resultado Operacional [4] - [5+6]		531.946 €
8. Taxa de Imposto		25%
9. Resultado Líquido [7] * [1-8]		398.960 €
10. Cash Flow de Exploração [9+6]		403.435 €
11. Cash Flow Total [3+10]	-28.000 €	403.435 €

Seguimento da Eficácia do Projecto

Após implementação do projecto, ter-se-á que manter a sua eficácia e a melhor forma de o fazer será efectuar o seu seguimento através de um indicador de desempenho, que internamente designamos por *Taxa Desperdício Isolantes* em que tem como objectivo de 2%.

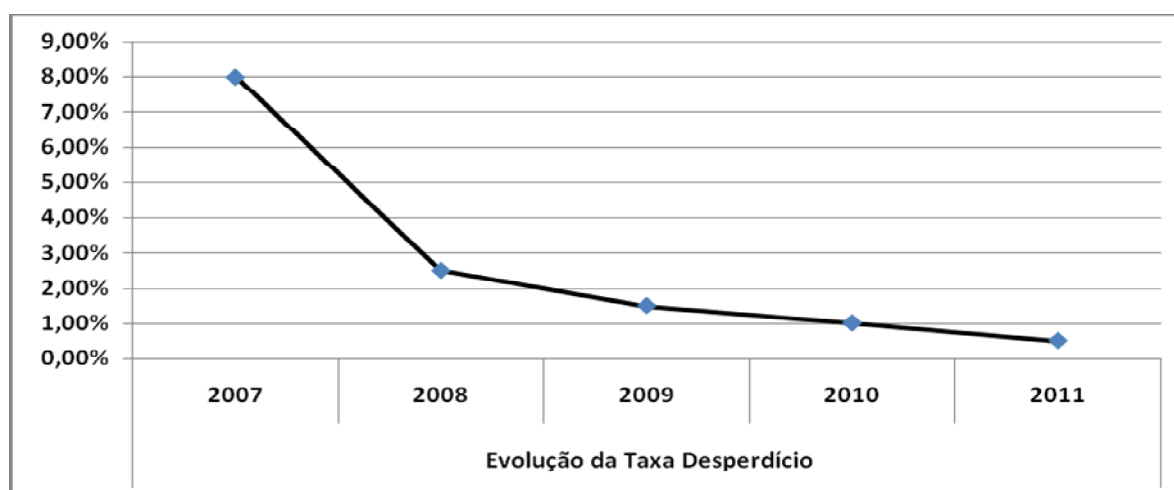
A forma como é calculado é a seguinte:

$$\text{Taxa Desperdício Isolantes} = \frac{\sum \text{Desperdício Isolantes}}{\sum \text{Consumo de Isolantes}}$$

O controlo de gestão semanalmente faz o seguimento do indicador com apresentação dos resultados e sempre que esteja fora do objectivo há que de imediato desencadear acções.

A figura 21 apresenta um gráfico de seguimento desde a implementação do projecto, e onde se denota a boa tendência de melhoria.

Figura 21: Evolução da taxa desperdício de isolante



5.2.2 Valorização do desperdício fio passando de 60% para 100% do LME

A implementação deste projecto consiste numa radical mudança da forma como é feita a gestão do desperdício de cobre. O projecto consiste em valorizar o desperdício resultante do processo produtivo convertendo o desperdício de fio em desperdício de cobre mais isolante e após isto, contratando com os fornecedores de cobre, o “reprocessamento” do cobre e sua valorização ao seu valor em bolsa.

Todo o fio desperdiçado contém em média 75% em cobre e é assim vendido para uma empresa de reciclagem a qual paga 60% do LME. Com implementação deste projecto vai se separar o isolante do cobre, e as duas vantagens são a possibilidade de vender o cobre recuperado não a empresas de reciclagem mas directamente aos fornecedores, que posteriormente após a transformação será integrado novamente no processo produtivo e o preço será 100% do LME suportando-se o custo de transformação do fornecedor.

Destacamos as principais fases para implementação operacional do Projecto:

- Negociações com o fornecedor de cobre;
- Aquisição de equipamento para efectuar a separação entre PVC e cobre;
- Formação a todos os envolvidos (operadores, chefes de equipa e supervisores);
- Armazenamento de todo desperdício fio em local próprio;
- Implementação de indicadores de seguimento;
- Transporte do cobre recuperado para o fornecedor;
- Recepção técnica do cobre reprocessado.

Análise da Situação actual vs Situação após projecto

Nas tabelas de análise a seguir descritas vamos perceber impacto financeiro da valorização do desperdício antes e após projecto.

Situação actual: \sum desperdício de fio x 60% x “LME”

Situação após projecto: \sum desperdício de fio x [(A) x “LME” + (B) x (C) x P],

- A (conteúdo médio de cobre por um kg/km de fio eléctrico – 75%), B (conteúdo médio de isolante por um kg /km de fio eléctrico -25%), C (valorização do isolante em “pó” – 10%) e P (preço da matéria-prima – isolante).

A proveniência do desperdício de fio eléctrico é das linhas de produção, qualidade (rejeições internas e externas de clientes) e ensaios (I&D).

Tabela 36 - Resumo de Valorização Desperdício fio PVC

Rubrica	Unidade	Proveniência		Valor médio em 16 semanas
Desperdício de Fio PVC	Kg	Linha 1		1576
		Linha 2		495
		Linha 3		262
		Linha 4		451
		Linha 5		958
		Linha 6		628
		Linha 7		838
		Linha 8		326
		Linha 9		565
		Produção	A	6099
		Qualidade	B	824
		I&D	C	853
		Global Fábrica	D= (A+B+C)	7776
		Separação dos Materiais		Cobre "Nu"
PVC em Pó	F= Dx25%			1944
Valorização dos Materiais - Após Projecto		Cobre "Nu"	G= E x "LME"	32.075 €
		PVC em Pó	H= FxP1x10%	292 €
Valorização - Antes Projecto			I= D x 60% x "LME"	25.660 €
Proveito Bruto			J= (G+H) -I	6.707 €

Tabela 37 - Resumo de Valorização Desperdício fio PP

Rubrica	Unidade	Proveniência		Valor médio em 16 semanas
Desperdício de Fio PP	Kg	Linha 1		327
		Linha 4		366
		Linha 9		608
		Produção	A	1301
		Qualidade	B	142
		I&D	C	682
		Global Fábrica	D= (A+B+C)	2125
Separação dos Materiais		Cobre "Nu"	E= Dx75%	1594
		PP em Pó	F= Dx25%	531
Valorização dos Materiais - Após Projecto		Cobre "Nu"	G= E x "LME"	8.767 €
		PP em Pó	H= FxP2x10%	80 €
Valorização - Antes Projecto			I= D x 60% x "LME"	7.012,50 €
Proveito Bruto			J= (G+H) –I	1.754,50 €

Tabela 38 - Resumo de Valorização Desperdício fio PE

Rubrica	Unidade	Proveniência		Valor médio em 16 semanas
Desperdício de Fio PE	Kg	Linha 1		105
		Linha 3		1152
		Produção	A	1256
		Qualidade	B	272
		I&D	C	481
		Global Fábrica	D= (A+B+C)	2010
Separação dos Materiais		Cobre "Nu"	E= Dx75%	1507
		PVC em Pó	F= Dx25%	502
Valorização dos Materiais - Após Projecto		Cobre "Nu"	G= E x "LME"	8.290 €
		PVC em Pó	H= FxP3x10%	226 €
Valorização - Antes Projecto			I= D x 60% x "LME"	6.632 €
Proveito Bruto			J= (G+H) -I	1.884 €

Tabela 39 - Resumo Financeiro antes e após Projecto

Resumo	Descrição		Valor médio em 16 semanas
Após Projecto	Cobre "Nu"	A	49.132 €
	Isolantes em Pó	B	598 €
	Sub-Total	C= A + B	49.730 €
Antes de Projecto	Fio	D	39.384,50 €
Proveito Bruto		E= C - D	10.345,50 €

Tabela 40 - Resumo do Impacto na Redução Global Desperdício

Resumo	Descrição	Média
Consumo mensal de Cobre (em Ton)	Total (A)	281.794
	Reciclado (B)	8.933
Impacto Económico	% Utilização Reciclado (C= B/A)	3.2%

Estudo da viabilidade económica do projecto

Corresponde ao resumo dos ganhos que se obtêm após implementação do projecto. Neste caso representa a valorização do desperdício fio.

Valorização do Desperdício de Fio				
Situação após projecto	PVC	PP	PE	Total
Ganho Semanal	6.707 €	1.755 €	1.884 €	10.346 €
Ganho Anual	321.936 €	84.216 €	90.432 €	496.584 €

O proveito anual global deste projecto resulta da soma da valorização dos três tipos desperdício de fio e totaliza o valor de 496.566 €.

Em seguida são apresentados os custos operacionais associados à realização deste projecto. A amortização dos investimentos realizados totaliza no primeiro ano 15.000 € e resume-se à compra de novos equipamentos.

Equipamento	Vida Útil (anos)	Custo Total	Amortização Anual
Máquina Separação - isolante do cobre	5	75.000 €	15.000 €

Os custos de energia foram calculados com base na necessidade de horas de trabalho e a potência dispendida pela máquina totalizando o valor de 7.836 €.

Quantidade (Kg/semana)	Output (Kg/h)	Horas/Semana		
11.337	250	45		

Potência Máquina (Kw/h)	Horas/Semana	Custo Unitário (€/Kw/h)	Energia Anual
60	45	0,06 €	7.836 €

O custo de manutenção foi decidido internamente atribuir 5% do volume total do equipamento adquirido, o que corresponde a 3.750 €.

No que respeita ao custo de pessoal durante a implementação do projecto houve necessidade de recrutar mais um operador que corresponde a 10.920 €.

O custo de logística corresponde ao transporte do cobre separado do fio eléctrico para o fornecedor e que corresponde a 24.488 €.

Total Cobre Recuperado (Kg)	Carga por Camião (Kg)	N.º de Camiões por Ano	Custo por Camião	Logística Anual
428.784	22.000	20	1.200 €	24.488 €

Foi decidido internamente atribuir 1% do volume total de proveitos aos gastos gerais de fabrico o que corresponde 4.966 €.

O resultado operacional do projecto 429.606 € e resulta da diferença entre o total de proveitos (496.566 €) e total de custos operacionais (amortizações + energia + manutenção + pessoal + logística + gastos gerais de fabrico=66.960 €).

A tabela 41 apresenta análise de *pay-back* ao projecto e que resultou num prazo de recuperação de 2,20 meses.

Tabela 41 – Análise pay-back projecto valorização desperdício de fio

Rubrica	Ano 0	Ano 1
1. Total Investimento	-75.000 €	
2. Valor Residual Investimento Liquido de Impostos		
3. Cash Flow de Investimento [1+2]	-75.000 €	
4. Proveitos		496.566 €
5. Total Custos Operacionais		51.960 €
6. Amortizações		15.000 €
7. Resultado Operacional [4] - [5+6]		429.606 €
8. Taxa de Imposto		25%
9. Resultado Líquido [7]*[1-8]		322.205 €
10. Cash Flow de Exploração [9+6]	0 €	337.204 €
11. Cash Flow Total [3+10]	-75.000 €	337.204 €

É importante realçar que o objectivo é não fazer desperdício, mas sim desencadear acções permanentes para o reduzir, no entanto de forma a garantir a qualidade do produto final há necessidade de o gerar é então importante tentar minimizar os seus efeitos e por isso foram desencadeados todos estes projectos.

Tabela 42 - Resumo Financeiro do Projecto

Projecto	Indicadores Financeiros				
	Total Proveitos	Total Custos	Resultado Operacional	Previsão Vendas 2008	RO/ Vendas
Reutilização de Isolantes	608.024 €	76.078 €	531.946 €		0,59%
Valorização do Desperdício de Fio	496.566 €	66.960 €	429.606 €	90.000.000 €	0,48%
Total	1.104.590 €	143.038 €	961.552 €		1,07%

5.3 Enquadramento com as técnicas de melhoria contínua

A realização destes projectos teve como suporte o espírito da *Lean manufacturing*. Esta técnica de melhoria contínua baseia-se na maximização de tudo o que gera valor acrescentado e na minimização do desperdício no processo produtivo. Como se verificou nestes dois últimos projectos, o *overconsumption* é uma forma de desperdício oculta e o valor acrescentado para o cliente final é zero, assim como a reutilização do desperdício é uma forma de acrescentar valor a algo que, à partida, estaria perdida.

Visão Tradicional: Custo + Margem = Preço de Venda

Visão Lean: Margem = Preço de Venda – Custos

Concorrência e exigência do cliente obriga à redução dos preços de venda, assim, a única forma de aumentar a margem será pela via do controlo de custos através eliminação de actividades que não acrescentam valor – redução desperdício.

6

Conclusão

Conteúdo

- **Resumo dos resultados previstos por projecto**
- **Conclusões**
- **Perspectivas de desenvolvimentos futuros**

6.1 Resumo dos resultados previstos por projecto

A tabela 43 apresenta o resumo por projecto dos indicadores financeiros e o valor global de todos os projectos desenvolvidos.

Tabela 43 - Resumo de indicadores financeiros de todos projectos

Projecto	Indicadores Financeiros				
	Total Proveitos	Total Custos	Resultado Operacional	Previsão Vendas 2008	RO/ Vendas
Aumento de Running Time	928.858 €	67.700 €	861.158 €		0.96%
Redução de "Overconsumption"	1.801.350 €	72.187 €	1.729.164 €		1.92%
				90.000.000 €	
Valorização e Redução de Desperdício	1.104.590 €	143.038 €	961.552 €		1.07%
Total	3.834.798 €	282.925 €	3.551.874 €		3.95%

Segundo o histórico dos últimos três anos o valor do resultado operacional tem-se situado nos 6%, o que significa que em 2008 corresponderá a um valor de 5.400.000€ (6% x 90.000.000€). Se os resultados previstos se verificarem após a implementação dos projectos, o resultado operacional pode aumentar em 3.95%, situando-se próximo dos 10%, o que é um resultado excelente.

6.2 Conclusões

A melhoria contínua implica de facto que a Direcção da empresa estabeleça no início do ciclo um plano de melhorias e decida onde vai querer melhorar e onde vai querer o nível já alcançado. Haverá que decidir onde investir os recursos disponíveis que, como é sabido são sempre escassos. Podemos portanto considerar duas áreas, uma onde o objectivo é melhorar, de acordo com um plano de acções definido, outra onde o objectivo é manter o nível de desempenho já alcançado e evitar qualquer degradação

A administração da empresa, quando decidiu avançar com um PIP – 2008 (*Plan Improvement Productivity*), tinha uma estratégia clara - para a empresa continuar competitiva no actual mercado só tem a via da redução de custos, mas não a qualquer preço, sempre com foco na boa qualidade dos produtos de forma a fidelizar os clientes.

O objectivo central deste trabalho foi alcançado conforme os resultados o demonstram, e agora que se chegou ao “topo da montanha” é necessário manter essa posição, e a forma de o fazer é desenvolver e utilizar indicadores de seguimento como ferramenta de análise que permitam acções de melhoria.

Para além dos objectivos operacionais e financeiros, destacam-se a exigência das normas de qualidade e ambientais (reutilização e valorização desperdício).

Para a realização deste trabalho escolheram-se algumas ferramentas do Kaizen, descritas como técnicas de melhoria contínua, destacando-se: PDCA, SMED, TPM, 5S. A empresa não tinha até agora grande *know-how* no que respeita à aplicação destas ferramentas, apesar do conceito melhoria contínua ser conhecido e implementado há muitos anos e aqui foi a grande limitação para realização deste trabalho, pois a grande parte do sucesso dos projectos deveu-se a boa implementação das filosofias de melhoria contínua.

Para que todas as ferramentas citadas anteriormente tenham êxito, é necessário que haja uma política de formação a todos níveis e comprometimento da gestão de topo.

Todas as acções de melhoria, apesar de localizadas numa determinada linha de produção ou processo, têm a vantagem da sua transversalidade, isto é, a possibilidade de as aplicar as outras linhas de produção e com a vantagem do conhecimento dos resultados obtidos.

Segundo um provérbio chinês “*Uma longa caminhada começa com um primeiro passo...*”, este trabalho representa claramente uma nova forma de trabalhar e a mudança, diria radical, de muitos dos hábitos de há longo tempo.

6.3 Perspectivas de desenvolvimentos futuros

Como a designação indica – melhoria contínua – não nos podemos satisfazer com os resultados já alcançados, há necessidade de procurar incessantemente a melhoria.

Após a realização deste projecto ir-se-á abrir a porta a outros projectos similares e de outro âmbito a implementar ao nível da estrutura das empresas do grupo.

Todo o trabalho desenvolvido centrou-se basicamente numa das partes do processo produtivo (extrusão) por via directa e indirecta. Como trabalho futuro pretende-se generalizar o projecto aqui apresentado às restantes etapas do processo produtivo (trefilagem e torção), pois a capacidade disponível destes processos está no seu limite.

Referências bibliográficas

DAVENPORT, T.H. – **Putting the Enterprise into the Enterprise System**. Harvard Business Review. Vol. 76, No 4, p. 121-131. 1998

DEMING, W.E.. – **Qualidade: A Revolução da Administração..** Rio de Janeiro. Marques Saraiva. 1990

IMAI, Masaaki – **Gemba Kaizen – Estratégias e técnicas do kaizen no chão da fábrica**. São Paulo. INAM. 1996

IMAI, Masaaki – **Kaizen – A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. São Paulo. Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais. 5ª Edição. 1994

IMAI, Masaaki – **Kaizen, the Key to Japan`s Competitive Success**. 1. Ed. Lisbon. MCGRAW-HILL PUBLISHING COMPANY. 1986

MARTIN, James – **A Grande Transição**. São Paulo. FUTURA. 1996

PROFETA, Rogério Augusto. **JIT. Um estudo de casos dos factores críticos para a implementação**, São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, 2003

SHINGO, Shigeo – **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Productivity Press. 1985

WYREBSKI, Jerzy – **Manutenção Produtiva Total – um modelo adaptado**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997

WELLINGTON, Patricia – **Estratégias Kaizen para atendimento ao Cliente**. São Paulo. EDUCATOR. 1998

Outra bibliografia consultada

CAPELAS, Lurdes – **Manual Prático para a Certificação e Gestão da Qualidade com Base nas Normas ISO 9000:2000**. 9. Ed. Lisboa. Verlag Dashofer. 2003

DIRECTION DES FABRICATIONS MÉCANIQUE RENAULT – **Eléments stratégiques de développement TPM**. E Décembre 1996

FORREST W. Breyfogle III – **Implementing Six Sigma – Smarter Solutions, Using Statiscal Methods**. United States of America. WILEY. 2003

INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE – **ISO/TS 16949:2002(E)**. Lisboa.2002

MONDEN, Yasuhiro – **Toyota Production System**.3. Ed. New York. CHAPMAN & HALL. 1998

Nicholas John M. – **Competitive Manufacturing Management: Continous Improvement, Lean Production and Customer-Focused Quality**. Irwin/McGrawHill. 1998

REVISTA EXECUTIVE DIGEST – **Reinventar as Fábricas**. E. Junho/1995

REVISTA KAIZEN Fórum – **Um Projecto Kaizen TFM: Total Flow Management**. Numero 9. Setembro 2004

REVISTA KAIZEN Fórum – **A necessidade de lançar o esforço Kaizen**. Numero 8. Maio 2004

REVISTA KAIZEN Fórum – **A eficiência da linha**. Numero 7. 3º Trimestre 2003

REVISTA OPÇÃO Q – **Técnicas de Gestão, ferramentas de qualidade?** E. Julho/2001

SHARMA, A. Moody, P.E. – **A máquina perfeita: Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos**. Trad. Maria Lúcia G. Leite Rosa. 1.ed. São Paulo: Prentice Haçç, 2003. 255p.